

PROGRAMA
DE
DOCTORADO
EN
INGENIERÍA
CIVIL



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

TESIS DOCTORAL

INDICADORES PARA LA ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO
Y PROPUESTA DE MODELO DE ESTRATEGIA PARA LA
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN
HONDURAS BAJO EL PARADIGMA DE LA ECONOMIA
CIRCULAR



Martha María Mayes Ramírez

Directores:

Dr. Ángel Fermín Ramos Ridao

Dr. Valentín Molina Moreno.



Diseño de portada: Arnol Ariel Mejia Zepeda

Autor: Martha María Mayes Ramírez

TESIS DOCTORAL

**INDICADORES PARA LA ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA
DE MODELO DE ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS EN HONDURAS BAJO EL PARADIGMA DE LA
ECONOMIA CIRCULAR**



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Martha María Mayes Ramírez

Granada, 2025

Programa de doctorado en ingeniería Civil

Directores

Dr. Ángel Fermín Ramos Ridao

Dr. Valentín Molina Moreno

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Martha María Mayes Ramírez
ISBN: 978-84-1195-830-1
URI: <https://hdl.handle.net/10481/105395>

Estudio presentado por Martha María Mayes Ramírez para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Granada. Memoria realizada bajo la dirección del Dr. Ángel Fermín Ramos Ridao, Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada, y el Dr. Valentín Molina Moreno, Catedrático de Universidad Departamento de Organización de Empresas I Universidad de Granada.

El doctorando / *The doctoral candidate* Martha María Mayes Ramírez y los directores de la tesis / *and the thesis supervisors* Ángel Fermín Ramos Ridao y / *and* Valentín Molina Moreno:

Garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

DOCUMENTO MEMORIA DE TESIS DOCTORAL

La presente tesis doctoral se presenta como un trabajo de investigación de memoria de tesis por el doctorando y se ha publicado un artículo científico en medios científicos relevantes en su ámbito de conocimiento. Se han cumplido los siguientes requisitos: (i) Se ha presentado un informe de los directores de la tesis respecto a la idoneidad de la presentación de la tesis bajo esta modalidad. (ii) Los coautores del trabajo han aceptado por escrito la presentación del mismo como parte de la tesis doctoral. (iii) El artículo que forma parte de la tesis doctoral está publicado o aceptado con fecha posterior a la obtención del título de grado y del máster universitario, no habiendo sido utilizados en ninguna tesis anterior y haciéndose mención de la Universidad de Granada a través de la afiliación del doctorando.

Publicación

Mayes-Ramírez, M.M.; Gálvez-Sánchez, F.J.; Ramos-Ridao, Á.F.; Molina-Moreno, V. Urban Waste: Visualizing the Academic Literature through Bibliometric Analysis and Systematic Review. *Sustainability* 2023, 15, 1846. <https://doi.org/10.3390/su15031846>. Indices de impacto: JCR: 3.3 Área: ENVIRONMENTAL SCIENCES Cuartil: Q2 Posición en el área: 159/358 (Edición: SCIE). Impacto SJR: 0.672 Área: Geography, Planning and Development Cuartil: Q1 Posición en el área: 191/811.

Ponente Martha María Mayes Ramírez, III Congreso Nacional de Investigación Forestal CONIFOR 2024, Tema Diagnóstico de la Gestión de los Residuos Sólidos De Honduras y Futuras Líneas de Investigación, resultado de la memoria de Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Ciencias Forestales, Honduras.

Agradecimientos

En primero lugar, agradezco a Dios, el hecho de haber permitido culminar con éxito esta investigación.

A la Universidad de Granada, Programa de doctorado: Ingeniería Civil, donde se me permitió culminar este proceso de mucho interés para mi país.

A mis tutores, muestro mi agradecimiento por su confianza en mí, y por su apoyo en esta travesía, Dr. Ángel y el Dr. Valentín, quienes son un referente en la gestión del conocimiento y la investigación científica, y que sobre todo formaron parte imprescindible en el desarrollo de este trabajo.

A mi Director Dr. Ángel, muchas gracias por su paciencia, confianza, consejos y ánimos a culminar con éxito esta investigación, que viene a reforzar procesos de gestión en mi país.

Agradezco, también el apoyo de las personas clave en este proyecto, como los técnicos municipales de las 44 alcaldías del país que aportaron información relevante para esta investigación, principalmente a la Alcaldía Municipal de Comayagua y su Alcalde Carlos Miranda, ya que me permitió tomar como escenario de referencia la experiencia del manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio, y todas las personas que de una u otra manera generaron información para que este estudio pudiera completar los objetivos establecidos.

A mi familia que estuvo siempre apoyándome, principalmente a mi esposo, hijos y hermanos.

Contenido

Resumen.....	9
Abstrac	12
Introducción	15
1. Estado del Arte	17
1.1 Residuos sólidos urbanos	17
1.2 Problemática en la gestión de los residuos sólidos urbanos	17
1.3 Sistemas de gestión de los residuos sólidos urbanos	18
1.4 Pautas para seguir una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos	21
2. Marco teórico.....	22
2.1 Gestión integral de los residuos sólidos (generalidades).....	22
2.1.1 Generación de los residuos sólidos.....	22
2.1.2 Manipulación de los residuos sólidos.....	23
2.1.3 Recolección y transporte de los residuos sólidos	25
2.1.4 Tratamiento de los residuos sólidos	27
2.1.5 Disposición final de los residuos sólidos.....	29
2.2 Gestión de los residuos sólido-urbanos a nivel mundial	31
2.3 Gestión de los residuos sólidos urbanos en América Latina	37
2.4 Gestión de los residuos sólidos urbanos en Centro América.....	45
2.5 Gestión de los residuos sólidos urbanos en la República de Honduras.....	51
2.5.1 Aspectos generales de la gestión de los residuos sólidos.....	53
2.1.1 Aspecto legal-institucionales	55
2.1.2 Aspecto Técnico-operativos.....	58
2.6 Marco Normativo e institucional de los residuos sólidos urbanos	65
2.7 Indicadores de la gestión de los residuos sólidos	68
2.7.1 Indicadores de sostenibilidad para la gestión de los residuos sólidos.....	70
2.8 Gobernabilidad en la gestión de los residuos sólidos.....	81
2.9 Tipos de economía y la gestión de los residuos sólidos	82
2.9.1 Economía Lineal.....	84
2.9.2 Económica Circular	86
2.9.3 Transición del modelo de economía lineal a la economía circular	87

2.9.4	Economía circular y residuos sólidos urbanos.....	89
2.10	Objetivos de desarrollo sostenible en la gestión de los residuos solidos.....	90
2.10.1	El manejo de los residuos sólidos para el desarrollo sostenible.....	90
2.10.2	Residuos sólidos urbanos y Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	92
2.11	Modelos de gestión de residuos sólidos a nivel mundial	93
3	Objetivos	101
	Objetivo general.....	101
	Objetivos específicos	101
4	Metodología.....	102
4.1	Descripción de la zona de estudio.....	104
4.1.1	Características generales de la zona de estudio.....	104
4.2	Planteamiento del problema	106
4.3	Tipo de estudio	107
4.4	Población muestra y muestra	107
4.5	Instrumento de investigación.....	112
5	Resultados y Discusión	113
5.1	Línea base de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos de los municipios.....	114
5.1.1	Encuesta municipal	114
5.1.2	Encuesta poblacional.....	161
5.2	Aplicación de los indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware para municipios de Honduras.....	174
5.3	Propuesta de Modelo de GIRS SIENTE Social-Institucional-Económico-Normativo-Técnico Ambiental (Enviromental)	179
5.3.1	Criterios y/o indicadores de Evaluación del Modelo GIRS SIENTE.....	192
5.3.2	Penalizaciones al Modelo de Gestión GIRS SIENTE.....	203
5.3.3	Ejemplo de estudio de caso.....	206
6	Conclusiones.....	224
7	Líneas futuras de investigación.....	228
8	Bibliografía.....	229

Índice de tablas

Tabla 1. Normativa legal en Honduras relacionada al Manejo de los residuos sólidos.....	57
Tabla 2. Indicadores de sostenibilidad ambiental en la gestión de los residuos sólidos caso de estudio Municipio de Tandil, Argentina (2001)	71
Tabla 3. Indicadores de sostenibilidad en la dimensión de salud para la gestión de residuos sólidos urbanos	73
Tabla 4. Valoración de los cuatro indicadores cuantitativos de los componentes físicos a través de la codificación en sintonía con los colores del semáforo.....	76
Tabla 5. Indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware.....	78
Tabla 6. Ponderación de indicadores para la evaluación del SGRS.....	79
Tabla 7. Escala de calificación del método Matrix.....	79
Tabla 8. Municipios participantes en el estudio “Cuestionario poblacional”	108
Tabla 9. Municipios participantes en el estudio “Cuestionario Municipal”	110
Tabla 10. Categorización de los Municipios 2020 (%).....	116
Tabla 11. Lista de municipios del estudio según la categoría del SGJD-2020	117
Tabla 12. Etapas de la gestión de los residuos sólidos urbanos que implementan a nivel poblacional en Honduras	123
Tabla 13. Municipios de Honduras evaluados con los indicadores de referencia ISWM Wasteaware.....	176
Tabla 14. Análisis comparativo de la evaluación del desempeño del GIRS reportada para municipios de Honduras, 2023.....	178
Tabla 15. Criterios y/o Indicadores básicos para definición de Modelos GIRS SIENTE .	198
Tabla 16. Resumen de Evaluación de Aspectos del Modelo GIRS SIENTE para municipios de Honduras (ejemplo)	199
Tabla 17. Categorización zonal de los municipios asociados al Modelo GIRS SIENTE .	200
Tabla 18. Ejemplo de penalización municipal del modelo GIRS SIENTE	205
Tabla 19. Municipios Participantes ejemplo Caso de Estudio aplicación Modelo GIRS SIENTE.....	206
Tabla 20. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Institucional-legal para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE	209
Tabla 21. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Financiero-económico para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE.....	210
Tabla 22. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Técnico-Operativo para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE	211

Tabla 23. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Social-Ambiental para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE	213
Tabla 24. Caso de Estudio Evaluación de Aspectos del Modelo GIRS SIENTE para tres (3) municipios de Honduras	214
Tabla 25. Evaluación de seguimiento del Municipio de Comayagua	218
Tabla 26. Evaluación de seguimiento del Municipio de la Villa de San Antonio.....	220
Tabla 27. Evaluación de seguimiento del Municipio de San Jerónimo	222

Índice de figuras

Figura 1. Jerarquía del marco legal en materia de residuos sólidos.....	57
Figura 2. El marco de Gestión Integrada de Residuos Sostenibles (GIRS) utilizado por el conjunto de indicadores Wasteaware.	76
Figura 3. Ecuación de puntuación ponderación (%).....	79
Figura 4. Análisis comparativo de la evaluación del desempeño del MSWMS reportada para ciudades de ALC.	80
Figura 5. Marco temático PEST (Policy, Environmental, Socio-Economic and Technology	84
Figura 6. Transición de un modelo de economía lineal a circular (Salguero-Puerta, L. et al, 2019).....	88
Figura 7. Esquema tradicional de un sistema de recolección.....	94
Figura 8. El modelo de gestión integral de residuos sólidos urbanos, según Van de Klundert y Anschutz, 2001	94
Figura 9. Modelo de Gestión de residuos sólidos de la Ciudad de Holguín, Cuba	97
Figura 10. Desarrollo de los cuatro ámbitos de un modelo de gestión integral de RSU: Áreas Metropolitanas de Barcelona y Viena	98
Figura 11. Modelo de gestión “reciclaje inclusivo” para residuos.....	100
Figura 12. Proceso metodológico del estudio.....	103
Figura 13. Ciclo de aspectos técnicos-operativos idóneos de la GIRS.....	121
Figura 14. Indicadores de referencia ISWM de Wasteaware.....	175
Figura 15. Modelo GIRS SIENTE.....	185
Figura 16. Organigrama Operativo del Modelo GIRS SIENTE	190
Figura 17. Mapa de Ubicación de la República de Honduras Ubicación de cinco (5) municipio, ejemplo Caso de Estudio Aplicación de Modelo GIRS SIENTE	207

Figura 18. Libro de Calculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE	208
Figura 23. Relleno Sanitario Municipal de Comayagua	219
Figura 24. Botaderos o vertederos de residuos sólidos incontrolados.....	219
Figura 25. Crematorio Municipal del Municipio de la Villa de San Antonio	220
Figura 26. Botaderos o vertederos de residuos sólidos incontrolados identificados en el Municipio de la Villa de San Antonio	221
Figura 27. Crematorio Municipal del Municipio de San Jerónimo.....	222
Figura 24. Acciones de control de botaderos incontrolados en el municipio de San Jerónimo.....	223

Índice de gráficos

Gráfica 1. Generación de residuos proyectada per cápita según el Banco Mundial 2018	33
Gráfica 2. Generación de residuos proyectada por región según el banco mundial	34
Gráfica 3. Recolección y gestión de residuos sólidos urbanos en instalaciones controladas, 2022	35
Gráfica 4. Composición de los Residuos en América Latina y el Caribe 2018	40
Gráfica 5. Tasas de recolección de residuos para ciudades seleccionadas en América Latina y el Caribe porcentaje de cobertura, 2018.....	41
Gráfica 6. Cobertura de recolección de residuos en países de ALC-EVAL 2023	42
Gráfica 7. Disposición y tratamiento de residuos sólidos en ALC.....	43
Gráfica 8. Situación de la disposición final en países de América Latina y el Caribe PNUMA,2021.....	44
Gráfica 9. Generación per cápita de residuos para Centro América (kg/persona/día).....	48
Gráfica 10. Tasas de recolección de residuos para ciudades seleccionadas de Centro América porcentaje de cobertura, 2018	48
Gráfica 11. Tipos de disposición final en Centro América, EVAL 2010	50
Gráfica 12. Sitios de Disposición Final de residuos sólidos en C.A.....	51
Gráfica 13. Composición de los Residuos en Honduras	62
Gráfica 14. Sitios de disposición final de RSU en Honduras	64
Gráfica 15. Tratamiento y Eliminación de desechos s nivel mundial (%), Informe What a Waste, 2018	91
Gráfica 16. Municipios de Honduras versus muestra del estudio	108
Gráfica 17. Porcentaje de participación de la población por municipios	109
Gráfica 18. Porcentaje de participación de técnicos municipales	111

Gráfica 19. Categorización de Municipios de Honduras, SGJD-2020	117
Gráfica 20. Unidades técnicas municipales representados en los gobiernos locales en estudio	118
Gráfica 21. Tiene conocimiento sobre el manejo y gestión de residuos sólidos urbanos	119
Gráfica 22. El Municipio cuentan con un catastro de usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos	120
Gráfica 23. Cantidad y tipo de etapas de la GIRS, que implementan los municipios de Honduras	122
Gráfica 24. Municipios que tienen Estudio de Caracterización de residuos sólidos urbanos	124
Gráfica 25. Composición de los residuos sólidos generados en los municipios	125
Gráfica 26. Estimado de la cantidad de residuos sólidos generados en su municipio (ton/mes)	126
Gráfica 27. Cantidad de residuos sólidos per cápita generados en los municipios Kg/Hab/día.....	127
Gráfica 28. Material que se recicla con valor comercial en los municipios	128
Gráfica 29. Tipo de residuo que reciclan de manera individual en el municipio.....	129
Gráfica 30. Sistema de administración del barrido de calles	130
Gráfica 31. Modalidad de prestación del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos domésticos	131
Gráfica 32. Municipios que cuentan con un diseño de rutas de recolección de residuos sólidos	132
Gráfica 33. Tipo de recolección de los residuos sólidos empleada en las rutas	132
Gráfica 34. Modalidad de prestación de servicios de recolección de los desechos hospitalarios	133
Gráfica 35. Municipios que cuentan con recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos.....	134
Gráfica 36. Municipios que realizan recolección diferenciada de los residuos hospitalarios	135
Gráfica 37. Modalidad de prestación de servicio de recolección de los Desechos Hospitalarios	136
Gráfica 38. Principales causas por las que existe déficit de la cobertura de recolección en los municipios	138
Gráfica 39. Frecuencia de recolección de los residuos sólidos urbanos domiciliarios	139

Gráfica 40. Frecuencia de recolección de los residuos sólidos urbanos en el área comercial	140
Gráfica 41. Sitios críticos identificados (botaderos ilegales de residuos sólidos).....	141
Gráfica 42. Tipo de tratamiento de residuos sólidos utilizados/recolectados	141
Gráfica 43. Tipos de sitio para la disposición de los residuos sólidos urbanos.....	142
Gráfica 44. Modalidad de prestación del servicio de disposición final de los residuos sólidos urbanos.....	143
Gráfica 45. Tipo de disposición final de los desechos hospitalarios en los municipios ...	144
Gráfica 46. Autorización ambiental y manejo de lixiviados de los sitios de disposición final	145
Gráfica 47. Índice de morosidad versus costo subsidiado por la municipalidad	146
Gráfica 48. Tipos de tarifas que aplica su institución por la prestación del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos	147
Gráfica 49. Forma de realizar el cobro de la tasa del servicio de recolección de los residuos sólidos	148
Gráfica 50. Valor de la tarifa por sector doméstico, comercial, industrial y hospitalario.	149
Gráfica 51. Instrumentos financieros con que cuenta la municipalidad	151
Gráfica 52. Incentivo económico para el manejo y gestión de los residuos sólidos a nivel residencial	152
Gráfica 53. Institucionalidad en quien recae la responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos urbanos	153
Gráfica 54. Involucramiento y participación pública en el manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos.....	154
Gráfica 55. Reciben apoyo del gobierno central para la gestión de los residuos sólidos urbanos.....	155
Gráfica 56. Normativa de la Gestión integral de los residuos sólidos	156
Gráfica 57. Ordenanzas Municipales	157
Gráfica 58. Actores que intervienen en la gestión y/o valorización de residuos sólidos en su municipio.....	159
Gráfica 59. Educación ambiental, economía circular y asociaciones-emprendimiento ...	161
Gráfica 60. Prestación del servicio de Recolección y transporte del tren de aseo.....	162
Gráfica 61. Frecuencia en la prestación del servicio de recolección y transporte de RSU	163
Gráfica 62. Servicio o impuesto municipal donde se cobra la tasa del Tren de Aseo	164

Gráfica 63. Cobrar el costo del servicio de recolección de RSU en la factura del agua potable.....	164
Gráfica 64. Pago que realiza por el servicio de recolección de carácter mensual	165
Gráfica 65. Disponibilidad a pagar mensualmente en Lps. por un mejor servicio de recolección de residuos solidos	166
Gráfica 66. Estaría dispuesto a pagar 10 centavos de Lps. por cada producto, para mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos.....	167
Gráfica 67. Se encuentra satisfecho con el Servicio de recolección de residuos	168
Gráfica 68. Separan o segregan los residuos sólidos dentro de las viviendas	169
Gráfica 69. Cantidad de residuos por tipo que separa dentro de su vivienda.....	170
Gráfica 70. Valor económico de los residuos sólidos reciclables	171
Gráfica 71. Disponibilidad en participar en un programa de separación de residuos sólidos y recolección selectiva que implemente la municipalidad.....	171
Gráfica 72. Estaría dispuesto a poner a disposición de otros vecinos u empresas elementos que no usen y considere como residuo	172
Gráfica 73. Medios de comunicación que se considera el más adecuado, para que la municipalidad le informe sobre la gestión de los residuos sólidos.....	173
Gráfica 74. Municipios por categoría de desarrollo municipal en Honduras, evaluados con los indicadores de referencia ISWM de Wasteaware	176
Gráfica 75. Puntuación General (%) de la Evaluación de indicadores de referencia ISWM del RSU de Honduras.....	179

Resumen

Esta tesis doctoral investiga la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en Honduras, proponiendo un modelo de gestión y una metodología de evaluación a través de indicadores, con énfasis en los datos obtenidos de encuestas realizadas a la población y técnicos municipales. El estudio aborda la problemática de la gestión de RSU en países de Centroamérica, específicamente en Honduras, donde la falta de infraestructura, información y capacidad técnica dificultan una gestión eficaz.

La generación de RSU es un desafío ambiental global, con un incremento exponencial que requiere una gestión adecuada para mitigar sus impactos negativos en la salud y el medio ambiente. La gestión de RSU es compleja, involucrando aspectos sociales, económicos, normativos, tecnológicos y ambientales. En países en desarrollo, los sistemas se limitan a las etapas de generación, recolección, transporte y disposición final, sin atender completamente la demanda ni evitar la proliferación de sitios de disposición ilegales. La falta de información base, como la generación per cápita, rutas de recolección y datos de usuarios, impide diseñar sistemas adaptados a cada territorio.

En América Latina y el Caribe, la gestión de RSU se caracteriza por bajos niveles de eficiencia y una infraestructura insuficiente para el tratamiento y disposición final de estos. En Centroamérica, aunque han existido avances en la concienciación sobre el manejo de residuos, aún persisten limitaciones para una gestión sanitaria y ambientalmente adecuada, la república de Honduras enfrenta desafíos significativos debido a la dispersión de la información, la insuficiencia de normativas y la falta de interés y conocimiento de la población en la buena gestión de los residuos.

La investigación adoptó un enfoque mixto, combinando datos cualitativos y cuantitativos. Se realizó un estudio descriptivo y transversal, con recolección de datos a través de documentos técnicos y legales, y **cuestionarios aplicados a la población (1084 encuestas) y técnicos municipales (44 encuestas)**. Se analizó información sobre la generación per cápita de residuos, costos de recolección y

otros datos relevantes. La muestra incluyó 44 municipios de Honduras, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. La información recolectada se utilizó para describir la situación actual de la gestión de RSU en Honduras, definir un modelo de gestión y seleccionar indicadores para evaluar su sostenibilidad.

El estudio identificó que la gestión de RSU en Honduras se centra, principalmente en la recolección y el transporte, con una limitada implementación de prácticas de reciclaje y tratamiento. Según los datos recolectados solo **el 11% de los municipios tienen algún tipo de recolección diferenciada de residuos sólidos, mientras que el 89% no aplica ningún proceso de recolección diferenciada. Un 41% de los municipios cuentan con información de un estudio de caracterización de los RSU, mientras que un 59% no tienen ninguna información al respecto.** La composición de los residuos en Honduras se caracteriza por una alta proporción de materia orgánica (58%), seguida de plásticos (18%) y papel/cartón (15%). Asimismo, se observó una falta de planificación en las rutas de recolección, generando una incompleta recolección, no cuentan con recolección diferenciada y una deficiente gestión de desechos hospitalarios. La mayoría de los municipios **(55%) no cuentan con un catastro de usuarios del servicio de recolección.** En cuanto a la prestación del servicio, **el 39% de los municipios ofrecen una frecuencia de recolección de residuos domiciliarios de dos veces por semana, mientras que el 23% lo hace tres veces por semana.**

Los municipios con mayor generación de residuos (más de 1000 ton/mes) corresponden a un 10% de la muestra, en su mayoría municipios grandes como Distrito Central, San Pedro Sula, Choloma y La Ceiba. También se destaca que **el 48% de los municipios no tienen registros del dato de generación per cápita de los residuos (kg/hab/día).**

Se aplicaron los indicadores de referencia ISWM de Wasteaware a 15 municipios, evidenciando diferencias en el nivel de desempeño de la GIRS, siendo los municipios con mayor desarrollo los que presentan una mejor gestión. Los

resultados de la evaluación reflejaron la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas municipales y mejorar la planificación y ejecución de la gestión de RSU.

Por lo tanto, se propuso el Modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) SIENTE, que integra aspectos sociales, institucionales, económicos, normativos, técnicos y ambientales. Este modelo se basa en ocho principios: eficiencia, eficacia, innovación, sostenibilidad, participación, equidad, transparencia y rendición de cuentas, y busca sensibilizar a la población y promover la acción de los actores clave en el manejo adecuado de los residuos.

El modelo GIRS SIENTE plantea una estructura operativa con una gerencia intermunicipal, dividida en direcciones administrativa, técnica y socioambiental. La dirección técnica se organiza en tres zonas operativas (alta, media y baja capacidad), que reciben asistencia técnica personalizada. Se definieron criterios e indicadores para evaluar el desempeño de los municipios en la gestión de RSU, agrupados en aspectos institucionales-normativos, económicos-financieros, técnicos-operativos y sociales-ambientales. Estableciéndose categorías de valoración para asignar los municipios a las zonas operativas del modelo, además de un sistema de sanciones para el incumplimiento de compromisos.

Se realizó un estudio de caso en tres municipios de Honduras, para ejemplificar la aplicación del modelo GIRS SIENTE y la metodología de evaluación. Los resultados mostraron diferencias en la gestión de RSU entre los municipios, y la necesidad de un enfoque diferenciado para mejorar su desempeño.

La tesis concluye que Honduras requiere un enfoque integral para la gestión de RSU, que considere los aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y normativos. El modelo GIRS SIENTE y la metodología de evaluación propuesta ofrecen una herramienta para mejorar la gestión de RSU en municipios de Honduras y en otros países con características similares. La aplicación de instrumentos de investigación de manera periódica es fundamental para generar datos que permitan diseñar y adaptar indicadores para evaluar la gestión de RSU.

Abstrac

This doctoral thesis investigates the management of municipal solid waste (MSW) in Honduras, proposing a management model and an evaluation methodology using indicators, with emphasis on data obtained from surveys of the population and municipal technicians. The study addresses the problem of MSW management in Central American countries, specifically in Honduras, where the lack of infrastructure, information and technical capacity hinder effective management.

The generation of Municipal Solid Waste (MSW) is a global environmental challenge, with an exponential increase that requires proper management to mitigate its negative impacts on health and the environment. Municipal Solid Waste (MSW) management is complex, involving social, economic, regulatory, technological and environmental aspects. In developing countries, systems are limited to the stages of generation, collection, transport and final disposal, without fully meeting the demand or avoiding the proliferation of illegal disposal sites. The lack of basic information, such as per capita generation, collection routes and user data, prevents the design of systems adapted to each territory.

In Latin America and the Caribbean, MSW management is characterized by low levels of efficiency and insufficient infrastructure for waste treatment and disposal. In Central America, although there has been progress in raising awareness about waste management, there are still limitations to sanitary and environmentally sound management, and the Republic of Honduras faces significant challenges due to the dispersion of information, insufficient regulations and the lack of interest and knowledge of the population in good waste management.

The research adopted a mixed approach, combining qualitative and quantitative data. A descriptive and cross-sectional study was carried out, with data collection through technical and legal documents, and **questionnaires applied to the population (1084 surveys) and municipal technicians (44 surveys)**. Information on per capita waste generation, collection costs and other relevant data was analyzed. The sample included 44 municipalities in Honduras, selected by non-

probabilistic convenience sampling. The information collected was used to describe the current situation of MSW management in Honduras, define a management model and select indicators to evaluate its sustainability.

The study identified that MSW management in Honduras focuses mainly on collection and transportation, with limited implementation of recycling and treatment practices. According to the data collected, **only 11% of the municipalities have some type of differentiated solid waste collection, while 89% do not apply any differentiated collection process. Forty-one percent of the municipalities have information from an MSW characterization study, while 59% do not have any information on the subject.** The composition of waste in Honduras is characterized by a high proportion of organic matter (58%), followed by plastics (18%) and paper/cardboard (15%). There was also a lack of planning in the collection routes, resulting in incomplete collection, no differentiated collection, and poor management of hospital waste. Most of the municipalities **(55%) do not have a registry of collection service users.** In terms of service provision, **39% of the municipalities offer a frequency of household waste collection twice a week, while 23% collect three times a week.**

The municipalities with the highest waste generation (over 1000 tons/month) correspond to 10% of the sample, mostly large municipalities such as Distrito Central, San Pedro Sula, Choloma and La Ceiba. It is also noteworthy **that 48% of the municipalities do not have records of per capita waste generation (kg/hab/day).**

Wasteaware's ISWM reference indicators were applied to 15 municipalities, showing differences in the level of ISWM performance, with the most developed municipalities showing the best management. The results of the evaluation reflected the need to strengthen municipal technical capacities and improve the planning and execution of MSW management.

Therefore, the SIENTE Model of Integrated Solid Waste Management (ISWM) was proposed, which integrates social, institutional, economic, regulatory, technical and environmental aspects. This model is based on eight principles: efficiency,

effectiveness, innovation, sustainability, participation, equity, transparency and accountability, and seeks to raise public awareness and promote the action of key stakeholders in the proper management of waste.

The ISWM SIENTE model proposes an operational structure with intermunicipal management, divided into administrative, technical and socio-environmental directorates. The technical directorate is organized into three operational zones (high, medium and low capacity), which receive personalized technical assistance. Criteria and indicators were defined to evaluate the performance of the municipalities in MSW management, grouped into institutional-normative, economic-financial, technical-operational and social-environmental aspects. Assessment categories were established to assign the municipalities to the model's operational zones, in addition to a system of penalties for non-compliance with commitments.

A case study was carried out in three municipalities in Honduras to exemplify the application of the SIENTE ISWM model and the evaluation methodology. The results showed differences in MSW management among the municipalities, and the need for a differentiated approach to improve their performance.

The thesis concludes that Honduras requires a comprehensive approach to MSW management that considers technical, economic, social, environmental and regulatory aspects. The GIRS SIENTE model and the proposed evaluation methodology offer a tool to improve MSW management in municipalities in Honduras and in other countries with similar characteristics. The application of research instruments on a regular basis is essential to generate data to design and adapt indicators to evaluate MSW management.

Introducción

La gestión de los residuos sólidos urbanos es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta actualmente la sociedad y la economía. Puede considerarse una externalidad negativa que surge como consecuencia de los procesos de producción y consumo de la industria y la sociedad (Mayes Ramírez MM., et al, 2023). Considerado este problema a nivel global en términos de contaminación ambiental, inclusión social y sostenibilidad económica permitiendo a través del crecimiento económico, la industrialización y el desarrollo de urbanizaciones, el aumento exponencial de la tasa de generación de residuos sólidos urbanos (Gupta, N., et al, 2015). De acuerdo a lo que expresa Ojeda, S., S. Cruz, et al., 2013; “la enorme cantidad de necesidades que la sociedad actual requiere, representa un aumento en la explotación de los recursos naturales y una acelerada generación de residuos sólidos, lo que permite el aumento desmedido en el volumen de los residuos, y por ende provocando un problema que debe ser atendido; orientado a la implementación de alternativas para el manejo de los residuos sólidos, adicionalmente establecer un enfoque con carácter de prioridad al generador como tal, considerando que presenta un comportamiento individual relacionado con la generación, uso y disposición final de los productos de consumo que al final del ciclo se convierten en basura y terminan formando la mayor contaminación posible de nuestras ciudades trayendo consigo aumento de problemas de salud pública” (Ojeda, S., S. Cruz, et al., 2013). Por tanto, la gestión de los residuos sólidos se determina como una tarea compleja que tiene implicaciones sociales, económicas, tecnológicas y ambientales para la sociedad y para las administraciones locales (Betanzo-Quezada, E.; et al, 2016). Desde el punto de vista de Negrete M. et al. (2022), el análisis conceptual indica un fuerte vínculo entre la economía circular y la producción sostenible, la gestión de residuos y el reciclaje (Negrete-Cardoso, M., et al, 2022). Según Kaur et al. (2021) y Salguero-Puerta et al. (2019), para la sostenibilidad ambiental y económica es importante minimizar los residuos y maximizar la recuperación; por lo tanto, una gestión adecuada de los residuos sólidos está dentro de la agenda de trabajo para el desarrollo sostenible, a partir del actual escenario de crisis ambiental a nivel mundial desde hace medio siglo. La

lenta transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles pretende aunar esfuerzos para minimizar el uso de los recursos naturales y por tanto hacer un uso más eficiente de los residuos sólidos urbanos, con el objetivo de recuperar material y alargar su vida útil bajo el sistema de economía circular (Kaur, P., et al, 2021), (Salguero-Puerta, L. et al, 2019).

El tema de la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) ganó espacio a nivel mundial en los años 70, sin embargo, su interés en los países en vías de desarrollo es relativamente nuevo y todavía sigue siendo un problema sin resolver (Costa & Ferreira, 2020).

1. Estado del Arte

1.1 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son los desechos generados por las actividades productivas que desarrolla la población como domésticas, comerciales e industriales (Muhammad, Bacha, M. & Shah, SA, 2020). Además, su composición varía según la región o país donde se encuentren, de acuerdo a las costumbres, hábitos alimenticios y las actividades económicas de cada país (Mishra, R. K. y Mohanty, K., 2020), donde se encuentran principalmente papel, plástico, vidrio, metales, materia orgánica, entre otras.

No obstante, se estima que el 54% de los residuos corresponden a residuos orgánicos y la diferencia (46%) corresponde a residuos inorgánicos, donde estos residuos pueden ser considerados para su reincorporación al ciclo económico a través de alternativas de valorización (Hettiarachchi, H., et al, 2018).

1.2 Problemática en la gestión de los residuos sólidos urbanos

En las últimas décadas del siglo XX y principios del XXI, la problemática relacionada con los residuos sólidos urbanos (RSU) han crecido exponencialmente debido a la cantidad de volumen generado, especialmente en las regiones metropolitanas donde se basa en un modelo de desarrollo capitalista de producción y consumo, y descuidando el destino final de los residuos sólidos generados en el proceso, a medida que la población aumenta esta busca concentrarse en las ciudades y por ende el consumo y generación de residuos sólidos crece de manera acelerada, en este sentido, la población con mayor problemas son los países en desarrollo, ya que se expanden a nivel local, regional y global, dadas las relaciones intermunicipales existentes (Vasconcelos, R. & Fagundes, Á., 2019).

Por lo tanto, el incremento en la acumulación de los residuos sólidos urbanos es determinado por el crecimiento poblacional y desarrollo económico de una región en particular (Hossain, M. S., 2022), considerando que la mayoría de la población

se concentra en las áreas urbanas y demandan bienes y servicios ocasionando un aumento en la generación de los residuos sólidos (Radwan, N. et al, 2021).

Además, la generación de los residuos sólidos urbanos es una problemática socioambiental afectando la salud y el bienestar de la población a lo largo de la historia, de igual forma se evidencia que las tecnologías para el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos están obsoletas (Trinh, L. et al, 2021). Según Zambezi et al., (2021), para el año 2025 se estima que la producción global de residuos sólidos urbanos será de 1.300 a 2.200 millones de toneladas por año (Zambezi, F. M., et al, 2021).

En América Latina, la problemática se determina porque no se cuenta con una manipulación adecuada de los residuos sólidos urbanos y se convierte en un problema ambiental ya que el tratamiento que se le da a los residuos es su depósito en rellenos sanitarios con pocas o nulas acciones de cobertura y algunos en sitios expuestos a cielo abierto como botaderos y crematorios municipales, provocando problemas de salud y ambientales a las poblaciones cercanas (Filho, D., et al, 2022).

1.3 Sistemas de gestión de los residuos sólidos urbanos

Generalmente, un sistema de manejo de los residuos sólidos urbanos es básicamente la Gestión Integral de los residuos sólidos que, “basado en el Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos” enviados al sitio disposición final adecuada, con el fin de proveer una mejor calidad de vida a la población, así mismo el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales (Cárdenas-Ferrer, M., et al, 2019).

Los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos RSU, se enmarcan en un proceso integrado por un conjunto de técnicas y estrategias para lograr un manejo eficiente de los residuos sólidos generados en todas las actividades que se desarrollan por parte de los seres humanos, cada sistema cuenta con actividades específicas que van desde el reciclaje, valorización, reutilización, recolección y transporte, tratamiento, educación ambiental, entre otros (Saravia, Y., 2023), no obstante, cuando se implementa un sistemas de gestión de RSU que cumple con

cada una de las etapas desde la generación hasta la disposición final adecuada, se generan impactos económicos que pueden ser positivos o negativos, donde el factor económico es determinante ya que la mayoría de las decisiones se toman entorno a los resultados económicos del sistema, ya que estos se relacionan directamente con los costos de inversión, operación y mantenimiento del sistema como tal, sin dejar de lado el costo relacionado con el aspecto ambiental y social (Medina, R., 2021).

De acuerdo a (Durand M., 2011), en las ciudades en desarrollo es necesario detallar el funcionamiento de cada una de ellas (ciudades), desde su especificidad y de acuerdo a la misma aglomeración urbana, se identifican tres (3) sistemas de gestión de RSU, complementarios y articulados, pero con diferentes características, donde en primer lugar se ubica el sistema de “gestión pública” que es el más extendido en las ciudades latinoamericanas, al igual que en Europa y Norteamérica, donde el objetivo es limitar con rapidez el impacto sanitario local de los residuos producidos por las poblaciones urbanas, en la gestión pública intervienen varios actores acción que inicio a aplicarse desde la segunda guerra mitad del siglo XIX, donde las municipalidades se enfocaron principalmente en la recolección, descuidando su tratamiento.

Continua exponiendo (Durand M., 2011), que un segundo sistema se define como la “autogestión”, este sistema no es completamente eficiente en la recolección de los residuos sólidos en los barrios más pobres o marginales con características de accesibilidad y solvencia económica de las ciudades, estos sistemas de autogestión funcionan al margen de la ley, donde desarrollan acciones como reciclaje por pepenadores o recicladores callejeros, empresas recicladoras informales, entre otras, sirven para paliar las carencias en sus localidades , en este tipo de autogestión la salud de los trabajadores y el ambiente de las localidades se ven seriamente afectados, por lo tanto, las condiciones de informalidad llevan a que esta actividad sea desarrollada de manera exclusiva por las poblaciones más pobres y marginales. Como tercer sistema se ubica la “Gestión Compartida” donde entran en acción dos factores “la eficacia de la gestión pública” y “la participación de la

población”, permitiendo comprender mejor la integración de los diferentes componentes o etapas en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, donde se busca conjugar la capacidad técnica y la confianza de los actores locales.

Según Medina, R., 2021 en los países en desarrollo los sistemas de gestión de RSU, utilizados comprenden tres (3) etapas básicas, como la Generación, Recolección y Transporte hasta la disposición final, sin embargo, este sistema básico no logra atender la demanda del servicio en su totalidad, y la indisciplina social de los ciudadanos provoca problemas de existencia de sitios de disposición ilegales de residuos sólidos. Además, para implementar un sistema eficiente de gestión de RSU es importante disponer de información base estadística, la que permitirá diseñar el sistema que mejor se adapte a las condiciones de cada territorio, entre los datos se consideran generación per cápita, base de los usuarios del sistema, mapeo de rutas de recolección (longitud de vías), estudios de tiempo y movimiento, inventario de equipo disponible, entre otros.

Para los países Latinoamericanos, en términos generales, en los sistemas empleados se observa que en su mayoría se caracterizan por sus bajos niveles de recuperación y tratamiento, donde la mayoría de ellos países mantienen un sistema basado en el siglo XX, donde la prevención, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos no se consideraban de importancia entorno a la problemática ambiental (Segura, A. M. et al, 2020).

En cambio, los países desarrollados utilizan sistemas de gestión de residuos sólidos que muestran mejores resultados en términos de aprovechamiento y reducción del impacto ambiental, donde los países como Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega son líderes mundiales en términos de recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos (Segura, A. M. et al, 2020), estos países emplean factores del orden político, económico, ambiental, tecnológico y educativo; su manejo se centra básicamente en reciclaje-compostaje, incineración con recuperación de energía en mayor proporción, seguido de la incineración sin recuperación de energía y uso de vertederos en una muy reducida proporción, justo lo que sucede en países en desarrollo (OECD, 2015).

1.4 Pautas para seguir una adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos

Para una buena gestión de los residuos sólidos se debe contar con aspectos que determinen su sostenibilidad financiera y funcionabilidad en el tiempo, en este sentido, los aspectos económicos, legales, institucionales, sociales y ambientales, deben ser considerado de carácter permanente en la implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos, para que este sea eficaz y eficiente.

Según (Olivo, V., et al, 2022), los aspectos políticos, legales e institucionales aseguran una adecuada planificación del manejo a través de estudios técnicos, redacción de legislación y estructura técnica y operativa para la prestación de los servicios; los aspectos económicos garantizan la sostenibilidad financiera del sistema y los lineamientos socio-ambientales prevén la minimización de los impactos ambientales a través de la reducción de la generación de residuos y la inclusión social, tal confirmación se valida en la experiencia de las mejores prácticas en Brasil, donde mostraron que los municipios que adoptan una gestión integrada sostenible tienen mayores tasas de reciclaje, compromiso social, inclusión social, sostenibilidad económica y reducción de impactos en el medio ambiente. Por lo que se tomaron estas directrices como herramienta de planificación para que cualquier gobierno local estructure un sistema de GIRS, reforzando el compromiso institucional y poblacional en estos procesos.

De acuerdo con Ángela, M. et al, 2020, los países líderes en la gestión de residuos sólidos identificados a nivel mundial son Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega, estos fueron seleccionados a partir de sus tasas de reciclaje, aprovechamiento y disposición final en rellenos sanitarios, su éxito radica principalmente en la aplicación de un enfoque sistémico, donde interactúan diferentes factores y componentes interconectados entre sí, estos factores son de orden político, legal, técnico y cultural; además del alto grado de compromiso e intervención por parte de los diferentes actores, lo que permite un impacto generado por los consumidores que desarrollan acciones de reciclaje, la responsabilidad extendida de productor, empresas que manejan procesos de

producción cerrada, y los gobiernos que brindan incentivos a las buenas prácticas o plantean políticas que favorecen el medio ambiente.

Por consiguiente, al establecer un sistema de gestión adecuado, es imperante la implementación de factores políticos, legales e institucionales, técnico y cultural, que se interrelacionan entre sí, estos permitirán una que la toma de decisiones sea acertada, favorecerá la definición de estrategias y acciones operativas de acuerdo con la necesidad de cada localidad.

2. Marco teórico

2.1 Gestión integral de los residuos sólidos (generalidades)

2.1.1 Generación de los residuos sólidos

Uno de los retos ambientales más complejos para la población es la generación de los residuos sólidos, donde el incremento es de manera exponencial y a una escala mundial siendo constante en el tiempo, por ende, la prevención y la correcta gestión son fundamentales para evitar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente (Cornejo-Clavo, R., 2018).

La generación de los residuos sólidos está estrechamente relacionada con el crecimiento demográfico y la degradación ambiental, y esto asociado a una constante problemática vinculada a las interacciones de las actividades humanas con entorno y la generación de los residuos, donde los residuos orgánicos son los generados en mayor cantidad y, a su vez, los menos gestionados (Rodríguez-Guerra, A. & Baca-Cajas, K., 2021).

La alta tasa de generación de residuos provoca impactos negativos en el área ambiental, económico, sanitario y social (Junta de Andalucía, 2024). De acuerdo a (Cerna-Cueva, A., et al, 2022) en la generación de los residuos domiciliarios influyen factores socioeconómicos como el ingreso mensual, el gasto, y factores demográficos como el tamaño de los hogares, el nivel de alfabetización y la cantidad de personas que viven en cada uno de los hogares, además la disponibilidad y tipo de empleo.

De acuerdo con (Ceballos Pérez, S. & Flores-Zolocotzi R., 2023), existe una relación directa entre el crecimiento económico de las ciudades, factores poblacionales y su distribución espacial, donde estos son determinado por los hábitos de consumo.

Identificar los hábitos de consumo de la población es determinante para conocer la generación de los residuos sólidos es indispensable, como elemento principal de un sistema de gestión de los residuos sólidos, además de conocer el tipo de residuo sólido que se gestionara, nos permite conocer la producción per cápita y la densidad de los residuos, para seleccionar el mejor sistema de gestión de residuos a implementar (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

La principal fuente de generación de los residuos sólidos urbanos para países de América Latina (ALC) son las viviendas donde estos son considerados como residuos domésticos o comunes, determinando que la generación y composición es fundamental para definir el sistema de gestión (Hernandez-Berriel, M. et al, 2016).

Para el año 2014, en ALC la generación está en constante aumento, se estimó que para el 2014 la generación de residuos urbanos fue de 541,000 ton/día, no obstante, esta cifra se estima que aumentará un 25% para el año 2050; en términos de generación per cápita de residuos sólidos en promedio es de 1 kg/hab/día (PNUMA, 2018).

2.1.2 Manipulación de los residuos sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos está integrada por varias etapas operativas, relacionadas directamente con la manipulación de los residuos sólidos desde el lugar de la generación, recolección y transporte hasta la disposición final de los mismos (Ochoa,O., 2009). En el manejo de los residuos, la manipulación y la separación comprenden todas aquellas actividades operativas que se llevan a cabo desde la generación de los residuos sólidos urbanos hasta la disposición final de los mismos, en cada una de las etapas se desarrollan acciones de manipulación permitiendo estar en contacto directo con los residuos (Bustamante, Y., 2014).

Según (Salazar-Chero, J., 2019) la manipulación inadecuada de los residuos sólidos genera severos problemas de salud en la población a través del surgimiento de enfermedades infecto-contagiosas, donde los principales afectados son los colaboradores del área de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, que en su mayoría no cuentan con el equipo de protección personal o en su defecto no están con disponibilidad de utilizarlos por alguna condición propia de cada colaborador; otros problemas generados son la proliferación de vectores, roedores, entre otros; y consecuentemente altos niveles de contaminación en el medio ambiente.

Los residuos sólidos constituyen un factor importante de riesgo en la salud del personal que interviene en la manipulación, desde la recolección hasta la disposición final de estos, además de correr peligros y riesgos de accidentes laborales a los que están expuestos los colaboradores de las municipalidades /o empresa privada que prestan el servicio, por ende, la instancia competente debe contar con un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional que logre reducir significativamente los riesgos laborales en las diferentes etapas de la gestión de los residuos sólidos (Salazar-Chero, J., 2019).

En las etapas de recolección, transporte y disposición final, se manipula de manera permanente los residuos por parte de los colaboradores, en estas mismas etapas es practicada la recuperación de materiales con valor comercial, tanto por colaboradores de la municipalidad como recicladores informales, por ende, los riesgos asociados a estas actividades son los factores ergonómicos por la carga y descarga de residuos, exposición a calor extremos, contaminación cruzada de residuos comunes y peligrosos (desechos de los establecimientos de salud), riesgos por falta de medidas de seguridad durante desarrollan las actividades, accidentes laborales (pinchado con jeringas, mal aseo antes de consumir sus alimentos, entre otros).

El primer lugar de manipulación de los residuos sólidos, es en el origen o la fuente generadora, ya que la manipulación adecuada en esta etapa permite su posterior aprovechamiento a través de la recuperación de material valorizable, acciones

están que están vinculadas directamente a las campañas de sensibilización y educación ambiental, a través de la participación de los actores clave; por consiguiente al realizar un manejo adecuado desde el origen, logramos reducir el impacto negativo en el surgimiento de enfermedades infectocontagiosas y reducir el deterioro medioambiental (Romero Roa, J., 2012).

2.1.3 Recolección y transporte de los residuos sólidos

La recolección, en términos de definición “Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la municipalidad y/o empresa responsable de prestar el servicio” y el Transporte “Consiste en el traslado de los residuos sólidos desde el punto señalado al usuario del sistema de aseo hasta el lugar de transferencia o disposición final” (Pinzon-Casas, R. D., 2016)

La recolección y transporte de los residuos sólidos, es una actividad crucial que se centra básicamente en la recogida de los residuos sólidos generados en los entornos urbanos de las ciudades, luego estos residuos deben ser transportados a sitios adecuados para la disposición final, esta actividad es determinante para evitar dañar la salud de la población y mantener un entorno ambiental habitable. De acuerdo a lo establecido en el Acuerdo Ejecutivo 1567-2010, la recolección es la actividad de recoger los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento para conducirlos a la estación de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final (SERNA, 2010).

En términos generales, la recolección y el transporte de los residuos sólidos es la actividad principal en un sistema de gestión de residuos sólidos, ya que esta gira alrededor de las demás etapas del sistema, entonces, se puede decir que la recolección de los residuos es el nexo entre la disposición inicial (almacenamiento) en el domicilio y el sistema de disposición final (así como de los procesos intermedios que se puedan suscitar), por ende, la recolección debe estar organizada, de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de esta naturaleza (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

Según (PNUMA, 2018), aproximadamente más de 35,000 toneladas por día se quedan sin recolectar afectando a más de 40 millones de personas en ALC, estas carecen del servicio de recolección de los residuos, no obstante, se han realizado los mayores esfuerzos para lograr una mejora cuantitativa y cualitativa en la cobertura de recolección de los residuos sólidos generados, la que asciende a un 93% de la población, donde la municipalidad es la responsable, siendo la modalidad más habitual de prestación del servicio, no obstante, la cobertura puede variar sensiblemente entre algunos países de la región y en función del tamaño de las ciudades.

En términos económicos, la recolección de los residuos sólidos es la actividad, que más recursos consume en los sistemas de gestión de residuos urbanos, por lo que resulta importante contar con una planificación y diseño de rutas que sean eficientes y eficaces al momento de su implementación, de manera general en países de ALC se maneja en promedio un 90% de cobertura de recolección, no obstante, este varía según el país, se han reportado datos en países de Centro América como del 56% en Guatemala, 70% en Honduras, 80% en El Salvador y 100% en Costa Rica; por otro lado, en América del Sur Chile y Uruguay reportan el 100% de cobertura de recolección en la zona urbana (PNUMA, 2021).

Los sistemas de recolección y transporte de cada localidad especialmente ciudades de gran tamaño, requieren un análisis técnico de ingeniería aplicada, para lograr un sistema de recolección y transporte eficiente y con alto rendimiento. Es en este sentido que para que un sistema de recolección y transporte tenga un rendimiento y eficacia efectiva depende directamente de la armonía de una serie de factores que se entrelazan, tendientes a conseguir una recolección sanitaria efectiva con un desarrollo estético compatible con actividades de este tipo, tales como el tamaño de los vehículos de recolección, número de hombres por vehículo, tipo de residuos por recolección, número de viajes por día al lugar de disposición final, magnitud del sector que sirve cada vehículo, entre las más relevantes (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

Además, el contar con un área o departamento que tenga la responsabilidad total del problema y que cuente con el personal técnico debidamente capacitado a fin de que se garantice el costo mínimo posible de operación para una efectiva gestión, supervisión y control del sistema como tal; mayormente esta responsabilidad recae en las respectivas dependencias municipales, y en algunos casos, en el servicio de aseo, es importante que al diseñar un sistema de recolección y transporte este debe ser evaluado de manera permanente, se debe realizar un diagnóstico de las operaciones que se están realizando, para conocer el desempeño y así mismo identificar los problemas o debilidades que se presentan durante su implementación (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

Otro factor determinante en la recolección y transporte es la frecuencia en la que se presta el servicio, además de lograr el llenado completo del camión recolector en la ruta asignada, por lo que contar con un plano y diseño de las rutas es crucial, para ello se debe tomar en cuenta factores como áreas homogéneas, densidad poblacional y la accesibilidad y operación de los vehículos (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

2.1.4 Tratamiento de los residuos sólidos

El tratamiento de los residuos sólidos, se refiere a la acción cuyo propósito es alterar las condiciones físicas, químicas o biológicas de un residuo, en algunos casos las operaciones están orientadas a neutralizar una sustancia peligrosa, reducir la cantidad de residuos, recuperar componentes de valor, prolongar la vida útil de algunos artículos, entre otros; definitivamente el tratamiento de los residuos sólidos es importante ya que permite reducir la contaminación ambiental, reduce o evita los riesgos de la salud de la población y además, busca conservar los recursos naturales (Structuralia, 2020).

El tratamiento de los residuos sólidos varía según las necesidades y características de las comunidades, en este sentido, en regiones frías existen tratamientos que son viables debido al aprovechamiento de calor, y en regiones cálidas pueden estar fuera de contexto, por lo que la selección de la tecnología cambia drásticamente

dependiendo del objetivo que se pretenda obtener, y esta selección va determinada de acuerdo al tipo de residuo que se está generando (Cornejo-Clavo, R., 2018).

En los países desarrollados, el tratamiento de los residuos se presenta como una alternativa frente a la disposición final por la ausencia de sitios, la oposición de algunos sectores sociales hacia la forma tradicional de la disposición final, entre otros aspectos, realmente los sistemas de tratamiento forman parte integral del manejo de los residuos sólidos, permitiendo un eficiente aprovechamiento de los materiales y optimizando los espacios disponibles para la disposición final de los materiales no utilizados (Esquier Verdugo, R. A., 2009).

El propósito primordial del tratamiento y la valorización de residuos radica en la realización de operaciones encaminadas a la eliminación o al aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, por lo que el tratamiento y valoración son más eficaces cuando (a nivel local o regional) hay empeño en la reducción de la cantidad de residuos, evitando el desperdicio, reaprovechando los materiales, separando los reciclables y desechando los residuos de forma correcta (CEPAL-Naciones Unidas, 2016).

De acuerdo con Cepal-Naciones Unidas, 2016; existen diferentes tecnologías usadas para el tratamiento y valoración de los residuos sólidos, entre ellas:

- a) Mecánicos (clasificación, trituración, compactación), esta es en función del interés económico, reduce el volumen de los residuos buscando una mezcla homogénea, y logrando una densificación eficiente de los residuos.
- b) Térmicos (incineración y pirolisis), quemadas controladas a altas temperaturas y degradación térmica sin presencia de oxígeno o con cantidad limitada.
- c) Biológicos (aeróbico y anaeróbico), para el aprovechamiento en compostaje y estabilización con presencia de oxígeno, y para la producción de metano son presencia de oxígeno.

En los países desarrollados como por ejemplo Rusia, Brasil, México y Canadá según (Tisserant, A., et al, 2017) las proporciones relativas de los diferentes procesos de tratamiento de residuos varían según la región y dependen

principalmente de los vertederos, mientras que Japón tiene la mayor proporción de incineración, este se determina en función del espacio en el territorio y la densidad de población; sin embargo, en los países de ingresos bajos y medios no existe un control de la información sobre el tratamiento de residuos, por lo que se observa claramente la escasa cobertura de los vertederos, muchas veces no estando regulados en las estadísticas oficiales de cada país, y además, se presenta actividades relacionadas con la quema informal.

2.1.5 Disposición final de los residuos sólidos

Según CEPAL-Naciones Unidas 2016, la disposición final de los residuos sólidos de forma segura y confiable es un componente importante de la gestión integral de RS, donde el relleno sanitario es uno de los métodos de ingeniería más conocidos y se considera como la mejor solución técnica, económica y ambiental, además, el relleno sanitario es una obra de ingeniería que se desarrolla en un área determinada y como resultado final produce la modificación de la topografía del terreno, permitiendo brindar un servicio para la disposición final de los residuos sólidos producidos en la zona urbana de las ciudades.

De acuerdo con (BID, 2023), expresa que para el año 2021 en ALC el 25.57% de los residuos sólidos municipales generados terminaron en sitios de disposición final inadecuados, ante esta situación se vuelve importante el cierre de los sitios de disposición final inadecuada y la intensificación de acciones para proveer soluciones adaptadas al contexto de la población.

De acuerdo con PUNMA, 2016 la disposición final de los residuos ha mejorado significativamente en ALC, de manera tal que la mayoría de los residuos sólidos son dispuesto en relleno sanitarios, principalmente en las medianas y grandes ciudades, esto se notado en las décadas recientes.

Los sitios de disposición final para ALC, se pueden clasificar en tres (3) tipos de en función de las condiciones de construcción y operación (UNEP, 2005), entre ellos:

- a) Basurales a cielo abierto (los residuos son arrojados o eliminados indiscriminadamente sin la debida planificación y sin considerar la normativa

de salud, técnica y ambientales), es el usado de manera más frecuente en los países en desarrollo, ya que los costos operativos son mínimos y de requisitos.

- b) Vertedero Controlado, es un sitio de disposición final no necesariamente diseñado, sin embargo, existen mejoras de funcionamiento y de gestión con relación a los basurales a cielo abierto y reemplazarlos con instalaciones de disposición final mejoradas y tomando en consideración las limitaciones financieras municipales.
- c) Relleno Sanitario, es un sitio de disposición final, haciendo uso de aspectos de ingeniería, con un diseño, construcción y operación que minimiza los impactos en la salud pública y el medio ambiente, en relación con los basurales a cielo abierto y los vertederos controlados, los rellenos sanitarios se someten a una planificación exhaustiva desde la selección del sitio hasta la gestión posterior al cierre. Aunque requieren recursos financieros sustanciales, es el método más deseable y apropiado de disposición final de los residuos.

Con relación al nivel de contaminación de los sitios de disposición final en ALC, están estrechamente relacionados con las emisiones de contaminantes de efecto invernadero por el manejo y disposición final de los residuos sólidos, en este sentido, ocupan el tercer lugar en las fuentes de emisiones de antropogénicas de metano, lo que equivale aproximadamente a un 11% del total de las emisiones globales (PNUMA, 2018).

Por otra parte, los países desarrollados descritos en orden como Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega, son los países que cuenta con la mejor gestión de los residuos sólidos desde sus tasas de reciclaje, aprovechamiento y disposición final en vertedero, es importante identificar que el éxito de estos países radica principalmente en la aplicación de un enfoque sistémico para gestionar los residuos sólidos, es decir, interactúan diferentes factores y componentes interconectados entre sí, para la gestión adecuada de los desechos, estos factores son de orden político, legal, técnico y cultural, además, se basan

legalmente en la aplicación de la Directiva 2008/98/CE establecida por la Unión Europea, y en políticas estrictas como la jerarquía de residuos, la economía circular, la responsabilidad ampliada del productor y el principio de quien contamina paga, no obstante, cada país tiene directrices y estrategias que les permiten sobresalir positivamente en la gestión de los residuos a nivel mundial (Segura, A. M. et al, 2020).

2.2 Gestión de los residuos sólido-urbanos a nivel mundial

La gestión de residuos sólidos es un problema universal que afecta a todas las personas en el mundo. En este sentido los gobiernos toman decisiones sobre el consumo y gestión de los residuos que afectan la salud diaria, la productividad, y limpieza de las comunidades, los residuos no gestionados o mal gestionados, fomenta el retraso de desarrollo de décadas del crecimiento económico de la sociedad, por ello requiere una acción urgente en todos los niveles de la sociedad con el fin de buscar soluciones viables a través de la toma de sesiones oportunas, de acuerdo al Informe de What a Waste 2.0 se estimó la generación mundial de residuos en 2016 haber alcanzado 2.01 billones de toneladas (World Bank Group, 2018)

Países de Asia oriental y el Pacífico, Europa y Asia central las regiones representan el 43% de los desechos del mundo por magnitud. El este de Asia y el Pacífico generan más en términos absolutos, se estimaron 468 millones de toneladas en 2016, y Medio Oriente y África del Norte la región genera menos, con 129 millones de toneladas (World Bank Group, 2018).

“Aunque solo representan el 16% de la población mundial, los países de altos ingresos generan el 34%, o 683 millones de toneladas, de los desechos del mundo. Los países de bajos ingresos representan el 9% de la población mundial, pero generan solo alrededor del 5% de los desechos globales, o 93 millones de toneladas. Para el 2023, se espera que el a nivel mundial se genere 2,590 millones de toneladas de residuos y para el 2050 se espera que alcance los 3,400 millones de toneladas. En términos de generación de desechos, se estima que varía sustancialmente entre países del 0.11 a 4.54 kilogramos per cápita por día, no

obstante, la generación depende drásticamente del crecimiento de la urbanización y, por ende, los países de altos ingresos están más urbanizados y se consideran que generan más residuos per cápita que los países de ingreso medios y bajos (World Bank Group, 2018).

Los tres países de la región de América del Norte: Bermudas, Canadá y Estados Unidos: producen la mayor cantidad promedio de desechos per cápita, a 2.21 kilogramos por día, siendo estos tres países con altos ingresos. Las tres regiones con una alta proporción de naciones de bajos y medianos ingresos generan la menor cantidad de desechos per cápita: promedios de África subsahariana 0.46 kilogramos por día, Asia meridional 0.52 kilogramos por día y Asia oriental y Pacífico 0.56 kilogramos por día. En general, el promedio global estimado para 2016 es de 0.74 kilogramos de residuos per cápita por día y la generación total de los residuos sólidos son aproximadamente 2.01 billones de toneladas” (World Bank Group, 2018)

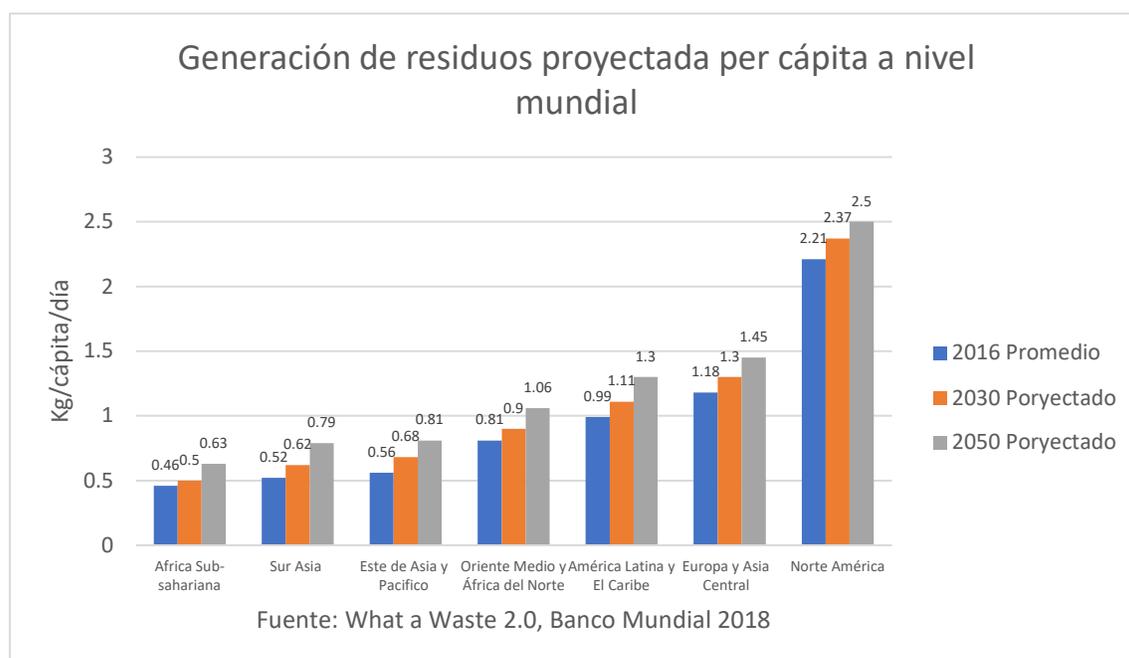
Un aspecto de mucha importancia es que a medida que los países se desarrollan de ingresos bajos a ingresos medios y altos niveles, sus situaciones de gestión de residuos también evolucionan. Crecimiento en prosperidad y el movimiento hacia áreas urbanas están vinculados a aumentos en la generación per cápita de desperdicio (residuos sólidos). Además, la rápida urbanización y el crecimiento demográfico crean centros de población más grandes, haciendo la recolección de todos los desechos y la adquisición de tierras para tratamiento y disposición cada vez más difícil (World Bank Group, 2018).

El mundo genera 2.01 mil millones de toneladas de residuos sólidos municipales anualmente, con al menos el 33% de eso, extremadamente conservador, no gestionado de una manera ambientalmente segura (World Bank Group, 2018).

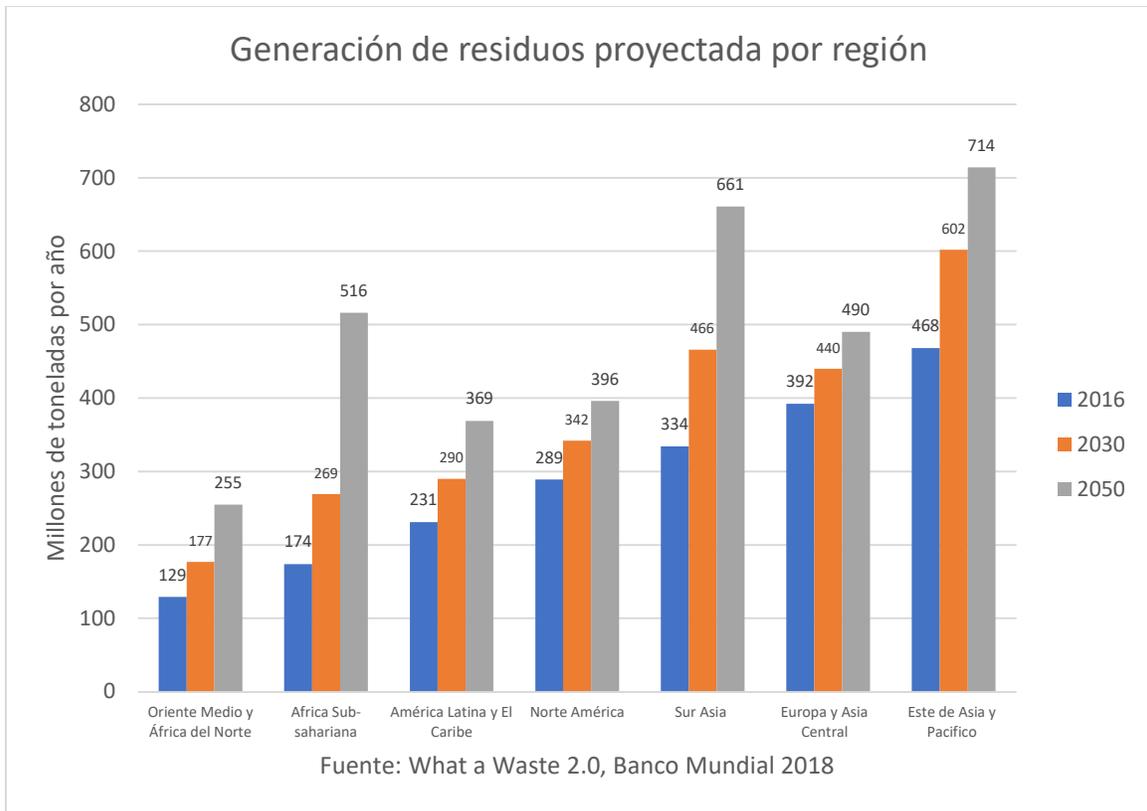
"El Capítulo 21 de la Agenda 21, establece las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible. Se establece ahí que el manejo de los residuos debe contemplar la minimización de la producción de residuos, el reciclaje, la recolección y el tratamiento y disposición final adecuados. Se dice ahí también que cada país y cada ciudad establecerá sus programas, con el fin de lograr una conservación del ambiente y la calidad de vida de la población,

y para lograr lo anterior se hará de acuerdo con sus condiciones locales y a sus capacidades económicas" (G. Acurio et al., 1997).

De acuerdo con el Informe What a Waste 2050, se estima que la proyección total de generación de residuos por región va en aumento. A nivel mundial, los residuos generados por persona por día tienen un promedio de 0.74 kilogramos, pero varía ampliamente de 0.11 a 4.54 kilogramos, considerando el nivel de desarrollo económico se aprecia que para los países en vías de desarrollo se proyecta para el 2050 un aumento aproximado del 29%, no obstante, para los países desarrollados se estima un aumento en la generación de 15%. Aunque solo representan el 16% de la población mundial población, los países de altos ingresos generan alrededor del 34%, o 683 millones toneladas, de los desechos del mundo. No obstante, proyectando la generación se espera para el 2050 que los residuos crezcan a 3.40 mil millones de toneladas, otro factor determinante es la correlación positiva que existe entre los residuos y el nivel de ingresos, por lo que se prevé que los países aumenten un 19% para el 2050 en comparación a países de bajos y medianos ingresos donde se prevé que aumente aproximadamente el 40% o más (World Bank Group, 2018).



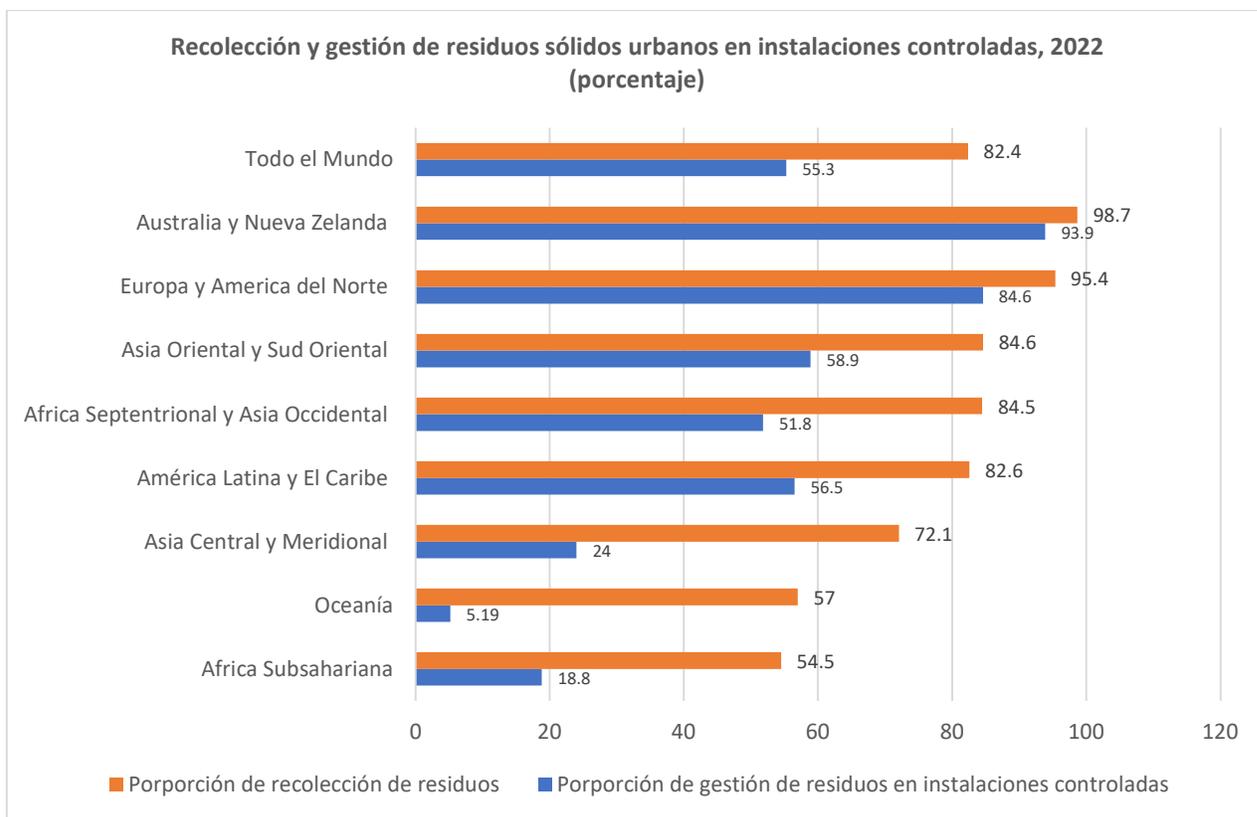
Gráfica 1. Generación de residuos proyectada per cápita según el Banco Mundial 2018



Gráfica 2. Generación de residuos proyectada por región según el banco mundial

No obstante, la Agenda 2030 en su Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2022; detalla que a medida que las ciudades continúan en crecimiento, el persistente problema de los residuos sólidos municipales sigue en aumento, y cuando estos no se recogen y gestionan responsablemente, se pueden convertir en una incubadora de infecciones y contaminación por la alta generación de plásticos y emisiones de gases de efecto invernadero, además en el año 2022 se recogió una media del 82% de los residuos sólidos urbanos en el mundo y el 55% se gestionaron en instalaciones controladas (Naciones Unidas, 2022).

Algunas de las acciones realizadas por los municipios es la recolección de los residuos, entre ellos los municipios de África subsahariana y de Oceanía tienen una tasa media de recolección inferior al 60%, en Asia y en América Latina y el Caribe, las ciudades tienen tasas de recolección relativamente más altas, entre el 70% y el 85% (Ver Grafica 3).



Gráfica 3. *Recolección y gestión de residuos sólidos urbanos en instalaciones controladas, 2022*

Fuente: (Naciones Unidas, 2022)

En Asia central y meridional, la brecha entre la tasa de residuos recogidos y la tasa de su gestión controlada es mayor que en otras regiones, lo que sugiere que muchas ciudades siguen dependiendo de los vertederos abiertos. Se necesita una inversión significativa en el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura de gestión de residuos, especialmente en los países de ingresos bajos y medios. Esto debe acompañarse de mejores intervenciones normativas y la aplicación más firme de la legislación ambiental para la gestión controlada de los residuos sólidos municipales (Naciones Unidas, 2022).

De acuerdo con Ocaña Valencia, 2021 la gestión de residuos sólidos urbanos es un problema a nivel mundial que se ha visto incrementado debido a factores como el crecimiento de la población y del nivel de vida, además del incumplimiento de las normas, decretos, reglamentos y ordenanzas dispuestos en la ley (Ocaña Valencia, V. A., & Vite Cevallos, H., 2021).

Otro factor determinante, es que los datos de gestión de residuos son críticos para crear políticas y planificar para el contexto local. Comprender cuántos desechos se generan, especialmente con la rápida urbanización y el crecimiento de la población, así como los tipos de residuos que se generan, permite a los gobiernos locales seleccionar la gestión adecuada métodos y plan para la demanda futura. Este conocimiento permite a los gobiernos diseñar sistemas con un número adecuado de vehículos, establecer rutas eficientes, establecer objetivos para el desvío de residuos, seguir el progreso y adaptarse a medida que cambian los patrones de generación de residuos según el crecimiento económico y poblacional de su localidad. Con datos precisos, los gobiernos pueden asignar de manera realista el presupuesto y la tierra, evaluar las tecnologías relevantes y considerar socios estratégicos, como el sector privado o las organizaciones no gubernamentales, para la prestación del servicio (World Bank Group, 2018).

En definitiva, no todo es problema en generación, también algunos países desarrollados están implementando estrategias para una adecuada gestión de los residuos sólidos tales como Rusia que avanza en la minimización e incineración, aprovechando los residuos de armamento para energía, Estados Unidos sigue tratando de eliminar las barreras para productos re-manufacturados, Reino Unido replantea su estrategia de residuos, en la que promueve el intercambio entre vertederos, ayudando al establecimiento de cuerpos independientes para promover los productos reciclables en el mercado, Vietnam es uno de los casos más interesantes que, con su ley de protección medioambiental, está tratando de solucionar las incongruencias en la extracción de residuos con ayuda de instrumentos económicos, incluyendo impuestos preferenciales, transferencia de tecnologías y promoción a la industria medioambiental, con metas a mediano plazo (2020). Singapur como ciudad-estado por excelencia, apunta por una estrategia de “Cero Vertedero y Cero Residuo” que, de llevarse a cabo, harán que las reducciones de Japón parezcan insignificantes. Francia por otro lado, en el 2004 adoptó el nuevo Plan Nacional para la Prevención de Residuos y su preocupación actual reside en el sector energético o EPR19 (Electrical Power Requirement) (Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de Japón, 2006).

2.3 Gestión de los residuos sólidos urbanos en América Latina

En América Latina y el Caribe, el manejo de los residuos sólidos ha representado un problema debido, entre otras cosas, a los altos volúmenes de residuos sólidos generados, además de un manejo inadecuado, llevando como consecuencia afectar la salud de los ciudadanos y al medioambiente, por lo tanto, la Gestión Integral de RSU en ALC, debe ser considerada como una parte integral de la Gestión Ambiental (Sáez, A., & Urdaneta G., J. A., 2014).

Por ende, el tema de gestión de residuos sólidos urbanos, determina que la principal fuente de generación de los residuos sólidos urbanos son de carácter residencial, seguido del sector comercial, por lo que la información veraz sobre la generación y composición es fundamental para así determinar los esquemas de gestión y manejo adecuado, ya que en general carecen de infraestructura suficiente para el tratamiento y disposición final apropiado (Hernández-Berriel, M. del C., et al, 2016).

La región de América Latina y el Caribe está compuesta por 42 países que incluyen América del Sur y las islas del Caribe, para el 2016 la región tenía una población de 638 millones aproximadamente. En cuanto al tema de gestión de residuos, en la región para el 2015 se ha generado 231 millones de toneladas de residuos, con un promedio de 0.99 kilogramos per cápita al día, presentan una cobertura de recolección relativamente completa que anda aproximadamente en el 84% en promedio en la zonas urbanas, no obstante para la zona rural es del 30%, con respecto a la disposición final aproximadamente el 69% de los residuos son depositados en vertederos y más del 50% de los residuos se disponen en los rellenos sanitarios. No obstante, la región ha iniciado un proceso de modernización donde las prácticas de estas varían de acuerdo con su nivel de ingresos. Por lo tanto, a nivel urbano, muchas ciudades han iniciado programas de separación en origen, y las tasas de reciclaje son más altas para materiales como aluminio, papel y el plástico. El reciclaje es común en la región excepto en las islas del Caribe, donde los mercados de reciclaje son incipientes (World Bank Group, 2018).

Para ALC se han determinado temas de interés en la actualidad como puntos de discusión de las agendas gubernamentales como la adecuada disposición de los residuos sólidos, el cambio climático, el rol de las entidades nacionales, regionales y municipalidades en la planificación y regulación de los servicios (AIDIS-OPS/OMS-BID, 2010).

En los últimos años algunos países de ALC han involucrado la gestión de los residuos sólidos urbanos en su agenda política, por lo que han planteado un conjunto de directrices y normativas que buscan cambiar la actitud de la población, reducir la cantidad generación de los residuos sólidos y por ende mitigar la presión sobre el medio ambiente (Sánchez-Muñoz, M., P., Cruz-Cerón, J., G. & Maldonado-Espinel, P., C., 2021)

De acuerdo con (M. del C. Hernández-Berriel et al., 2016)“En ALC la agenda de la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) tiene aspectos que aun necesitan de atención prioritaria, ya que predomina el sub-financiamiento para la disposición final de los RSU; de acuerdo con Hoornweg y Gianelli (2009), la erogación promedio de los municipios para la gestión de los RSU es del 2-8 % del presupuesto de los municipios”.

Los gobiernos de ALC enfrentan la problemática que representa la gestión de los residuos sólidos municipales y sus impactos, considerado en un contexto de preocupación mundial por la sostenibilidad económica, ambiental y social de los servicios que incluyen la misma. De acuerdo con el Banco Mundial, “la gestión de los desechos puede ser costosa. Por lo general, los Gobiernos locales cubren en promedio solo el 50% de sus costos de inversión en sistemas de gestión de residuos sólidos, y aproximadamente la mitad de las operaciones relacionadas con los residuos es llevada a cabo por el sector privado, organizaciones sin fines de lucro y la sociedad civil, dejando grandes oportunidades en el ámbito del financiamiento y las asociaciones (Banco Mundial, 2018).

Por lo tanto, ALC ha adoptado políticas y promulgado la normatividad que han llevado a la prohibición de botaderos a cielo abierto, la incorporación de los recicladores al proceso de gestión y el intento de reducir la cantidad de residuos

generados (Sánchez-Muñoz, M., P., Cruz-Cerón, J., G. & Maldonado-Espinel, P., C., 2021).

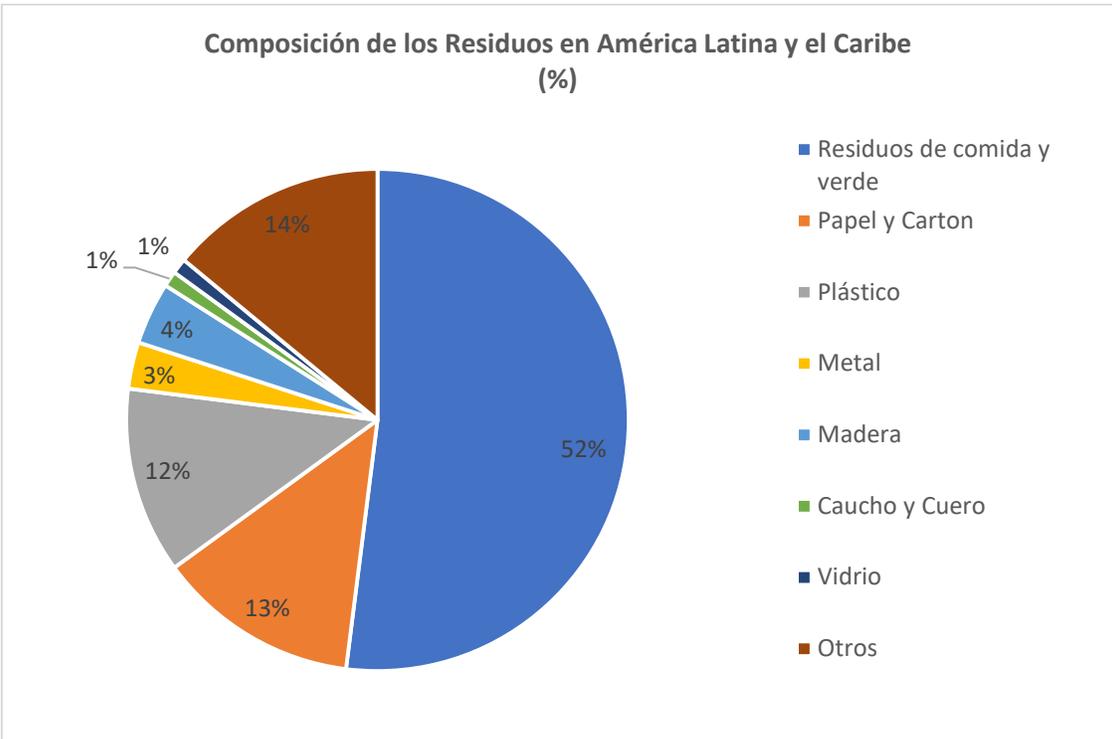
Desde el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2013) con respecto al marco institucional y jurídico, de casi todos los países de la región, está claramente estipulado que corresponde a los gobiernos nacionales y subnacionales la delegación para la formulación de las políticas públicas y desarrollar la planificación básica, mientras que la responsabilidad del manejo de los residuos sólidos municipales es competencia de las municipalidades. Sin embargo, en el tema de regulación, existe una serie de debilidades que enfrentan, entre ellas:

- La legislación existente se encuentra sumamente dispersa, inconsciente y no es específica; además de presentar superposiciones jurisdiccionales e institucionales, esta situación no establece claramente que entidad (municipal, regional o nacional) es la responsable de la implementación de la normativa.
- Mayormente el sector es manejado a nivel municipal, los que presentan debilidad técnica y manejo financiero, y
- El problema más serio es el conflicto de intereses generado en el municipio, en la medida en que éste opera simultáneamente como proveedor del servicio y regulador.

Según la EVAL, 2010 se estimó que la generación per cápita de RSD estaba en 0.63 kg/hab/día, mientras que la de RSU asciende a 0.93 kg/hab/día. Seguidamente los indicadores per cápita obtenidos para la región implican una generación urbana diaria aproximada de 295.000 ton de RSD y 436.000 de RSU (AIDIS-OPS/OMS-BID, 2010). Se estima en América Latina y el Caribe, que la tasa de generación de residuos sólidos está en un promedio de 1kg/hab/día, no obstante, esta sigue en aumento, para los próximos años, en cuanto a recolección ha ido mejorando progresivamente en la mayor cantidad de países, registrando un 90% de cobertura de recogida en áreas urbanas, tendiendo a disminuir en las ciudades más pequeñas y zonas rurales, sin embargo, se estima que al menos 35,000 toneladas diarias de residuos permanecen sin recogida, fomentando el incremento en el surgimiento de botaderos a cielo abierto (PNUMA, 2021).

De acuerdo con la EVAL, 2023 la producción de los residuos sólidos municipales en ALC, para el año 2021 ascendió a 230 millones de toneladas, equivalente a una generación per cápita promedio de 361 kg/hab/año, y por ende esta la EVAL-2023 confirma que la generación de RSM en ALC aumenta en proporción al crecimiento económico y a la tasa de urbanización (BID, 2023).

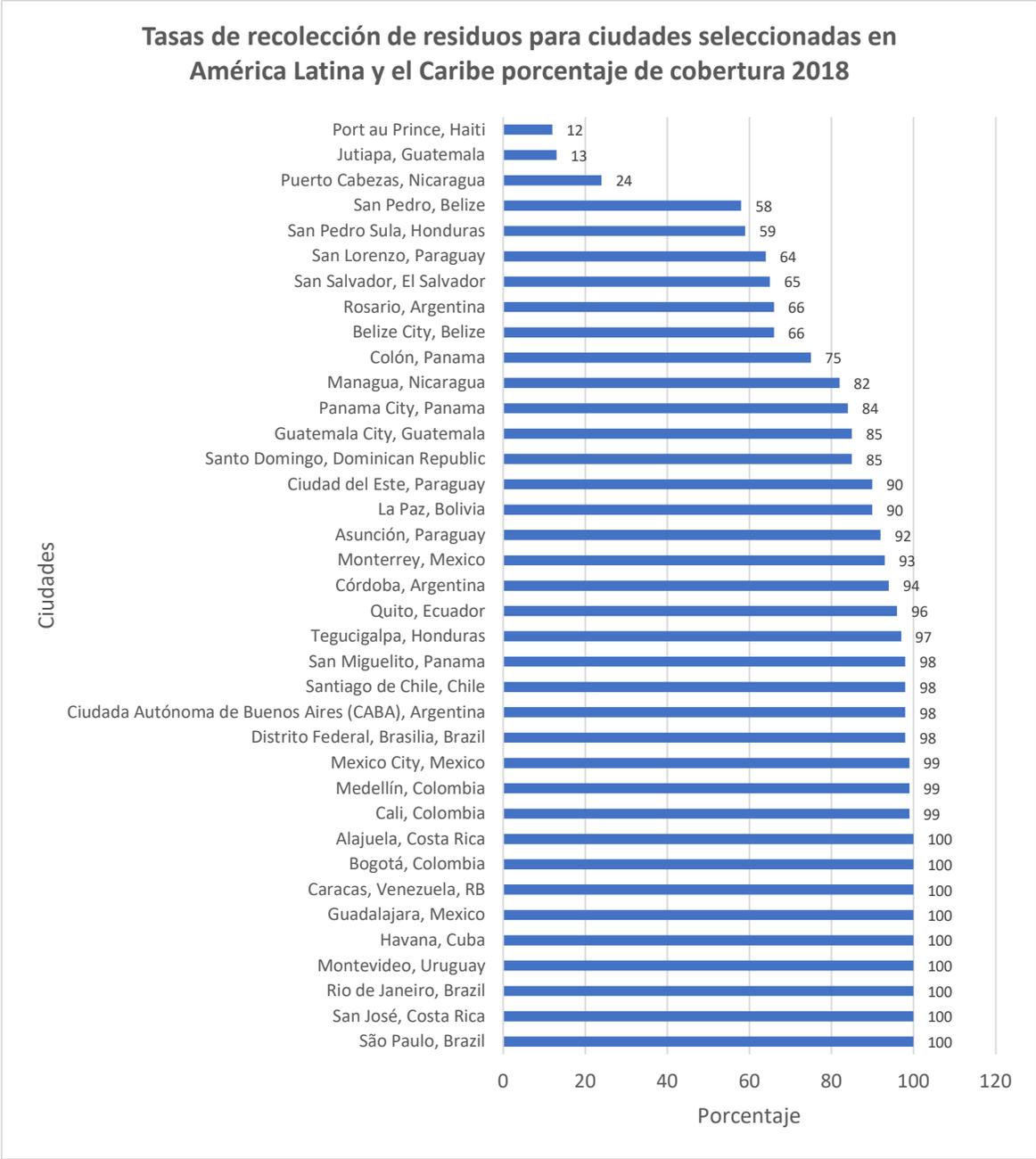
En cuanto a la composición de los residuos para América Latina y el Caribe, se identifica que aproximadamente la mitad de los residuos son de origen orgánico (desperdicios de alimentos y hojarasca), y aproximadamente el 30% son residuos reciclables con algún valor comercial (ver gráfica No. 4) (World Bank Group, 2018)



Gráfica 4. Composición de los Residuos en América Latina y el Caribe 2018

De acuerdo al Banco Mundial, 2018 el 85% de los residuos se recolecta, por ende, la cobertura de recolección para ALC es alta (ver grafica No. 5), en comparación con las tendencias mundiales; la misma se realiza con visita puerta a puerta con frecuencias de recolección diaria en áreas comerciales, dos o tres veces por semana en el área residencial, además, se estima que para la zona rural se realiza una cobertura de recolección del 30% aproximadamente, utilizando como medio de

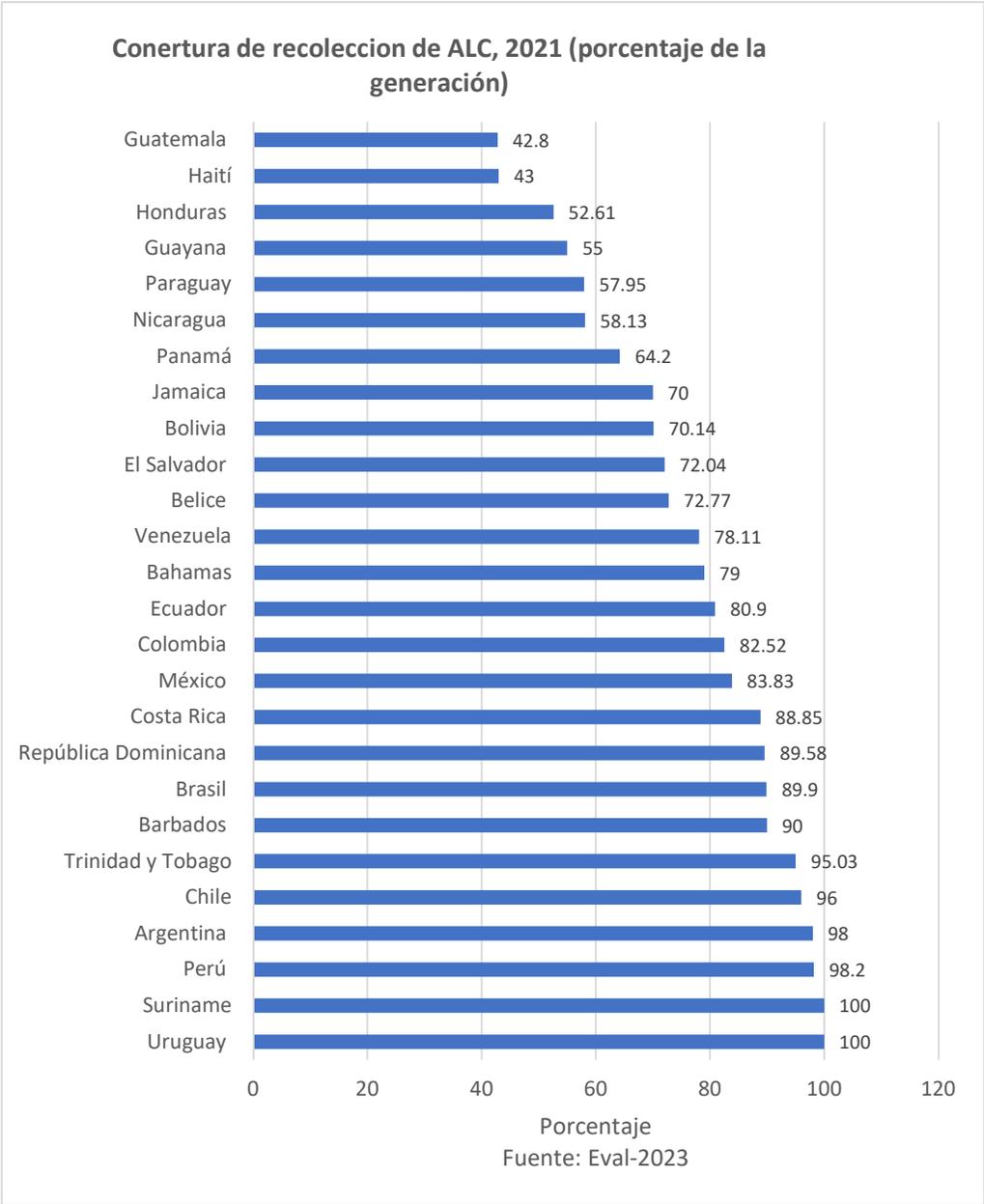
transporte los camiones compactadores o volqueta abierta principalmente, en lugares no accesible para los camiones hacen uso de moto troco, además algunas de las ciudades tomadas en la muestra cuentan con estaciones de transferencia u otro sitio antes de la disposición final de los residuos.



Gráfica 5. Tasas de recolección de residuos para ciudades seleccionadas en América Latina y el Caribe porcentaje de cobertura, 2018

Según la EVAL 2023 la cobertura de recolección es de 84.75% en promedio, no obstante, para el año 2021 destacan en un 100% de cobertura los países de

Uruguay y Suriname, seguidamente Perú, Argentina, Chile y Trinidad y Tobago, ubicado en un rango del 98 al 95% (ver grafica No. 6) (BID, 2023).

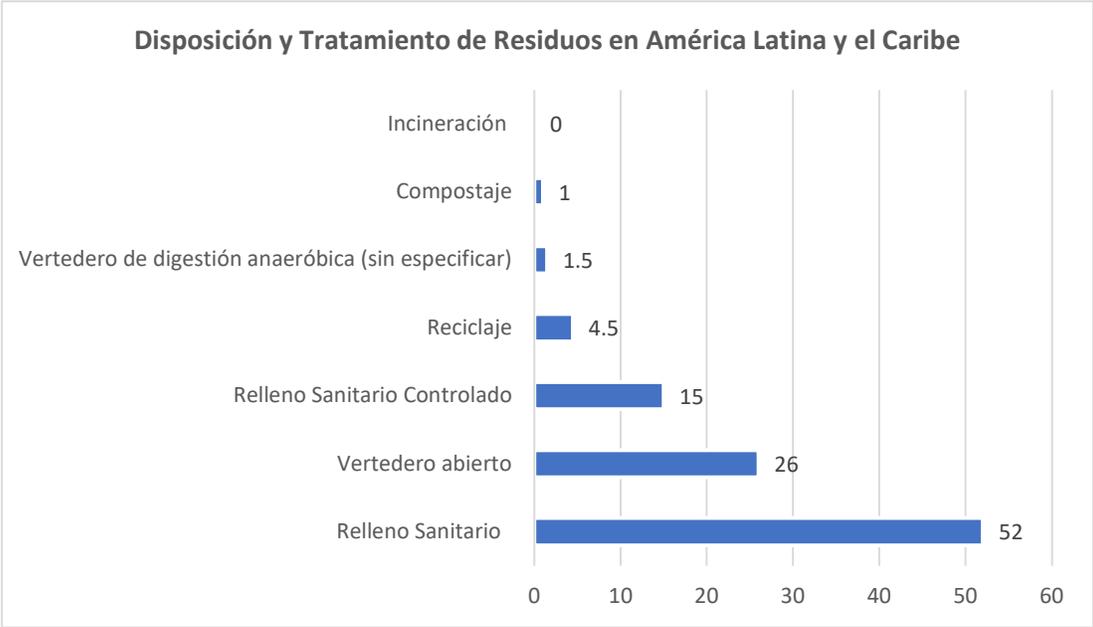


Gráfica 6. Cobertura de recolección de residuos en países de ALC-EVAL 2023

Al referirnos a la disposición final de residuos sólidos, se considera una acción difícil y compleja, no obstante, la Evaluación Regional del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en ALC, 2010 estimó que los residuos del 54,4% de los habitantes de América Latina y el Caribe se disponen en rellenos sanitarios, un aumento significativo con respecto al 22,6% registrado en 2002. Al mismo tiempo, el uso de

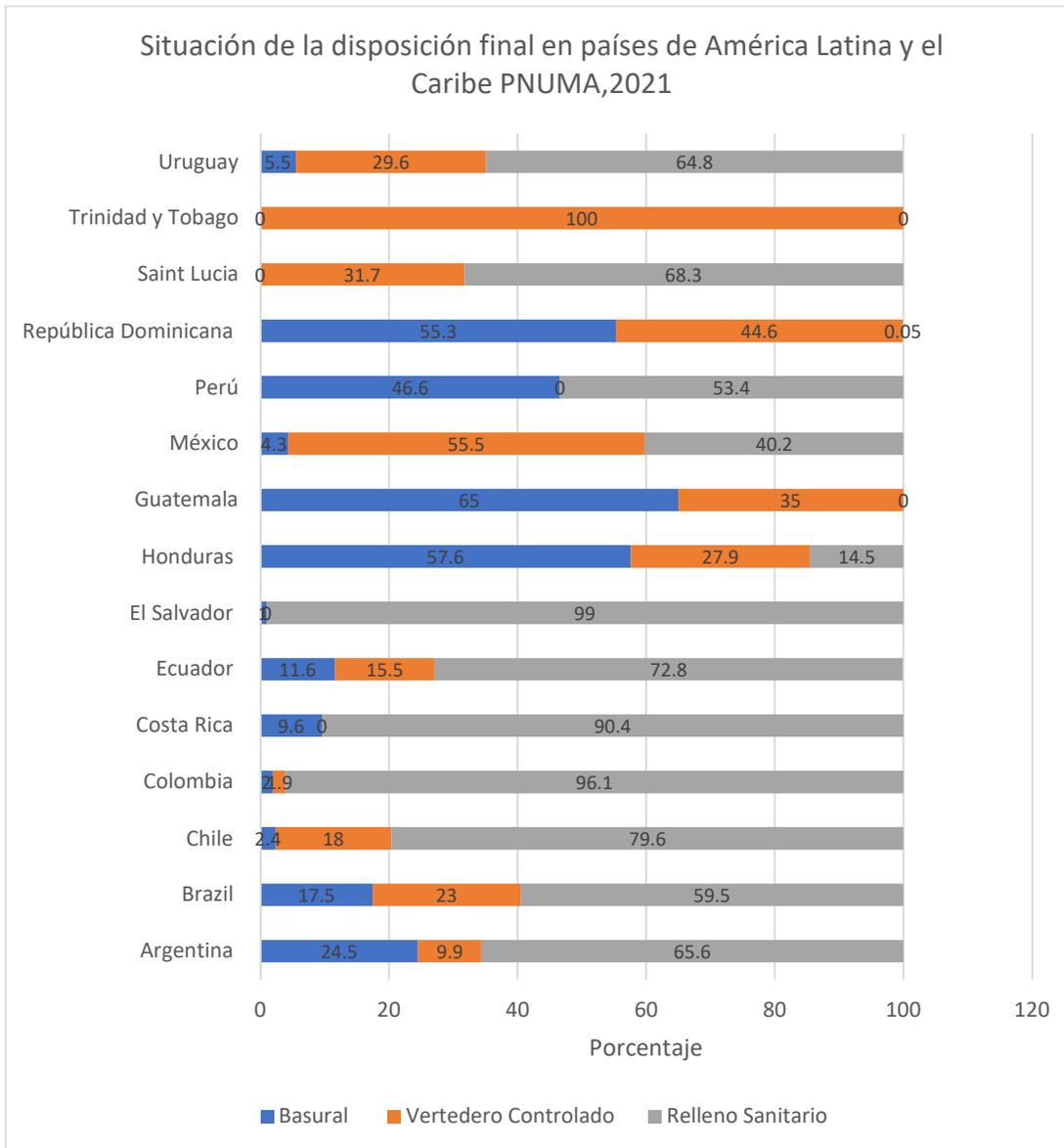
vertederos a cielo abierto disminuyó del 45,3% al 23,3%, probablemente la exigencia de aplicación de normativas donde obliga a algunos países a gestionar el cierre de botaderos a cielo abierto no controlados y a la implementación de sitios de disposición final que cumpla con lineamientos de ingeniería y prácticas adecuadas, ha sido una de las razones (AIDIS-OPS/OMS-BID, 2010).

De acuerdo a lo establecido en el Informe What a Waste 2050, la disposición final de los residuos sólidos para América Latina y El Caribe en un 52% se realiza en relleno sanitarios este ejerciendo algún tipo de control ambiental, reflejando algún método sostenible de eliminación, un 41% se disponen en rellenos sanitarios controlados y vertederos a cielo abierto, y una mínima parte se gestiona para el compostaje y reciclaje, no obstante, se ha presentado interés por la iniciativa para la recolección de gases de efecto invernadero con el propósito de establecer mecanismos de valorización energética de los residuos (ver grafica No. 7) (World Bank Group, 2018).



Gráfica 7. Disposición y tratamiento de residuos sólidos en ALC

Según (PNUMA, 2021), alrededor del 45% de los residuos generados en ALC, se destinan en sitios de disposición final inadecuada donde se han identificado más de 10,000 vertederos en la región, en la gráfica No. 8 podemos observar la situación de los países según el sitio de disposición final de los residuos sólidos generados.



Gráfica 8. Situación de la disposición final en países de América Latina y el Caribe PNUMA, 2021

Por ende, y de acuerdo a Sánchez-Muñoz et al, 2021 los mejores servicios de gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe dependerán de que las administraciones municipales fortalezcan su capacidad de respuesta al manejo de los residuos, además de involucrarse en discusiones más amplias, tales como una mejor administración de los productos entre los fabricantes y los minoristas, con el fin de establecer estrategias de gestión como la reducción y reintegración de los residuos sólidos como materia prima a través de la

implementación de la economía circular. (Sánchez-Muñoz, M., P., Cruz-Cerón, J., G. & Maldonado-Espinel, P., C., 2021).

2.4 Gestión de los residuos sólidos urbanos en Centro América

Centroamérica es hoy la segunda región de más rápida urbanización en el mundo, experimenta una transición importante en la que las poblaciones urbanas aumentan a gran velocidad, trayendo consigo desafíos inevitables, así como oportunidades para impulsar un crecimiento sostenido, inclusivo y resiliente. Actualmente el 59 por ciento de la población de Centroamérica vive en zonas urbanas, pero se espera que en la próxima generación 7 de cada 10 personas vivan en ciudades, lo que equivale a sumar 700,000 nuevos residentes urbanos cada año (Maria, A., Acero, JL., Ana I. Aguilera, A. et al., 2018).

Al ritmo actual de urbanización, la población urbana de la región se duplicará en tamaño hacia 2050, dando la bienvenida a más de 25 millones de nuevos habitantes urbanos que demandarán una mejor infraestructura, una mayor cobertura y calidad de los servicios urbanos, y mejores oportunidades de empleo. Por ende, los gobiernos nacionales o locales, tienen frente a ellos una serie de oportunidades como desafíos que los obliga a mejorar y aumentar los servicios básicos, y no podemos dejar de lado unos de los servicios básico como la recolección, transporte y disposición adecuada de los residuos sólidos, si valoramos el hecho del crecimiento poblacional según lo establece el Banco Mundial (BM), la demanda de los servicios básicos será aún mayor, ya que la prioridad de los gobiernos es asegurar el bienestar de las actuales y generación futuras (Maria, A., Acero, JL., Ana I. Aguilera, A. et al., 2018).

En los últimos años, Centroamérica ha avanzado, aunque a paso lento, en la toma de conciencia en el manejo de los residuos sólidos urbanos, ya que no son solamente un problema de salud pública, sino, que es necesario implementar un manejo adecuado de los mismos, pues el volumen e impacto de los residuos sólidos urbanos en el ambiente ha crecido a la par del consumismo y del crecimiento demográfico (Urzúa, M., 2015).

Con respecto a las cifras en Centroamérica, aproximadamente el 77% de los residuos que se generan son dispuestos en vertederos o botaderos a cielo abierto sin ningún control, provocando de esta manera problemas de contaminación ambiental en el suelo, aire agua y contaminación visual. No obstante, uno de los problemas más comunes en Centroamérica, referente a los residuos sólidos es la falta de infraestructura y recursos, tanto a nivel de municipalidades como programas gubernamentales y/o instituciones encargadas de brindar el servicio (Andrés, P. y Rodríguez, R, 2008).

Según el Banco Mundial, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá pone de relieve los desafíos comunes para el desarrollo en toda la región, sin embargo, los países experimentan, en diversos grados, limitaciones para el crecimiento económico y la competitividad. Para Centroamérica Costa Rica y Panamá son las dos economías más avanzadas de la región. No obstante, un factor determinante para CA es la descentralización de los países, ya que permite ampliar las responsabilidades de los gobiernos locales en toda la región, permitiéndoles contribuir directamente a enfrentar los desafíos más acuciantes para el desarrollo de sus países (Maria, A., Acero, JL., Ana I. Aguilera, A. et al., 2018).

En cuanto al manejo de los residuos sólidos en casi todos los países los municipios son responsables de proveer este servicio público, ya sea de forma directa o a través de concesiones privadas. No obstante, Panamá es la excepción, ya que el gobierno central proporciona el servicio a través de la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD). En el caso de San Salvador, dichos servicios son proporcionados mediante un mecanismo de coordinación metropolitana. A través de una asociación público-privada, el COAMSS (Consejo de alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador) e inversionistas del sector privado crearon la empresa MIDES (Manejo Integral de Desechos Sólidos) para ofrecer servicios integrados de manejo de residuos sólidos a un total de 87 municipios. En el resto de países han promovido las mancomunidades y las asociaciones locales de municipios, estas con algunas funciones específicas, como el manejo de los residuos sólidos, promover la capacidad administrativa de los municipios más

pequeños del país, en Guatemala alrededor del 40 por ciento de los municipios son miembros de una o más de estas entidades; Nicaragua se interviene a través del dialogo intermunicipal, que se realiza principalmente durante reuniones de trabajo con asistencia de todos los alcaldes, las que son presididas por el presidente del Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM), presentado algunas iniciativas sobre temas específicos y en Honduras de acuerdo con la Ley de Municipalidades, por votación de dos tercios del consejo municipal, los municipios pueden formar asociaciones por razones territoriales o sectoriales, o con el fin de prestar servicios (Maria, A., Acero, JL., Ana I. Aguilera, A. et al., 2018).

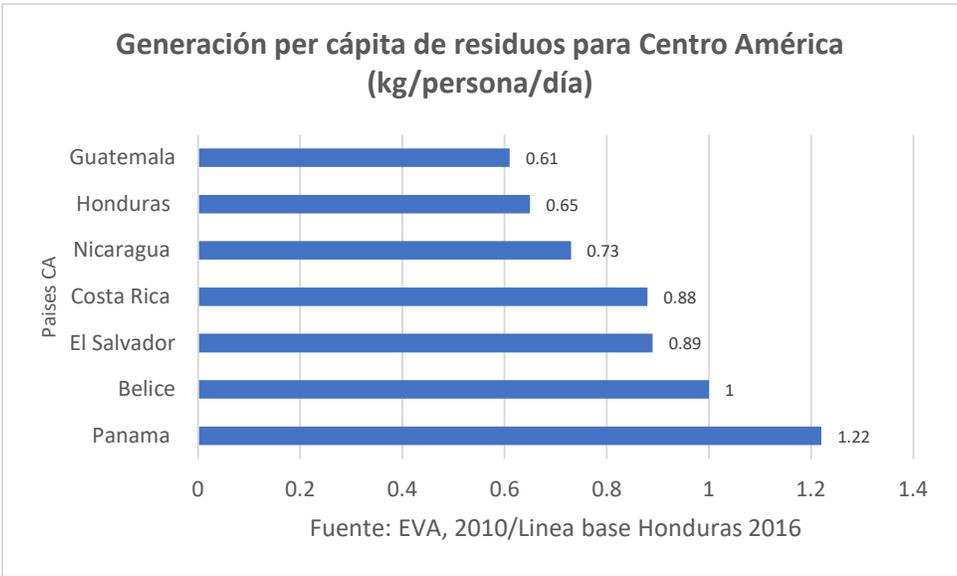
En Costa Rica, la gestión de los residuos sólidos, histórica y legalmente las municipalidades son las responsables de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, tarea que se realiza con una serie de limitaciones y obstáculos que no le permiten ocupar sanitaria y ambientalmente dicha actividad (Ministerio de Salud, Costa Rica, 2010).

Por ende, Costa Rica es el país que cuenta con las mejores condiciones para el manejo de sus residuos sólidos, por el contrario, Nicaragua presenta las condiciones más deficientes en el tema (Urzúa, M., 2015).

En cuanto a generación per cápita de los residuos sólidos, el análisis y localización parte de distintos espacios geográficos, y esta se relaciona con parámetros como nivel socioeconómico, educación, cantidad de habitantes, número de establecimientos comerciales, disposiciones ambientales y el nivel cultural de la población, entre otros, siendo factores determinantes para conocer la generación per cápita de la población (Lund, H. y Muenster, M., 2010).

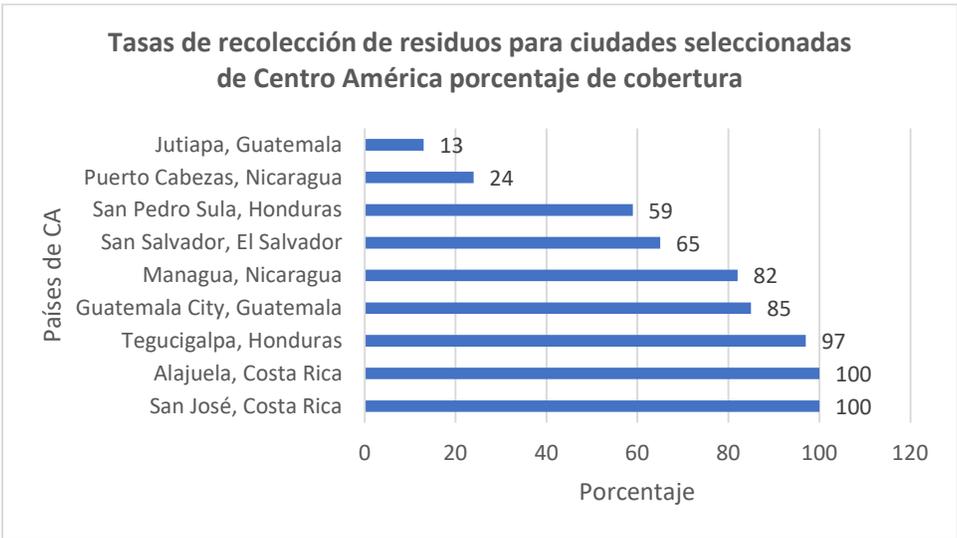
Se estima que para Centro América se toma como base la información generada por el Banco Interamericano de Desarrollo con datos del Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe, la generación per cápita para los países de Centro América se estima un promedio de 0.85 kg/persona/día, el país con mayor generación per cápita es la República de

Panamá (1.22 kg/persona/día) y la de menor generación Guatemala con 0.61 kg/persona/día (ver grafica No. 9).



Gráfica 9. Generación per cápita de residuos para Centro América (kg/persona/día)

Según datos del informe de What a Waste 2050, la tasa de recolección de los residuos sólidos en Centro América en ciudades seleccionadas se ubica entre el 100% en ciudades de Costa Rica y baja hasta el 13% en ciudades de Guatemala, esto va determinado de acuerdo con el desarrollo económico de cada país y la gobernanza en sus localidades (ver grafica No 10).



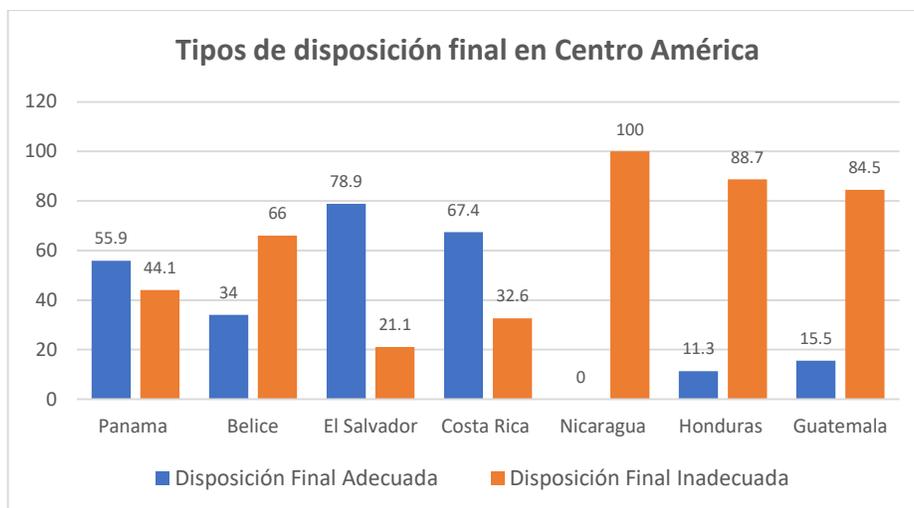
Gráfica 10. Tasas de recolección de residuos para ciudades seleccionadas de Centro América porcentaje de cobertura, 2018

Una práctica común que aún existe, especialmente en América Latina y el Caribe, es la de disponer los residuos sólidos sobre terrenos a cielo abierto sin las medidas adecuadas para su interacción con el ambiente, lo que provoca problemas de salud y contaminación ambiental, no obstante, la disposición científicamente aceptada para los residuos sólidos son los rellenos sanitarios, instalaciones que utilizan principios de ingeniería para la disposición en el suelo, confinamiento y cobertura de los residuos sólidos minimizando los riesgos a la salud y medio ambiente (Sáez, A., & Urdaneta G., J. A., 2014),

Por lo tanto, la gestión de los sitios de disposición final inadecuada de los residuos sólidos constituye un grave problema ambiental sin resolver y requiere asignación de financiamiento para equipos y personal calificado, que logre desempeñar acciones orientadas a la disposición y manejo adecuado de los residuos sólidos (Pellón Arrechea, A., López Torres, M., et al, 2015).

En este sentido, para Centro América se describe el tipo de disposición final adecuado e inadecuado, según documento presentado por el BID¹, el 62% de los residuos se disponen en sitios inadecuados y el 37.57% restante cuentan con sitios adecuados para la disposición de los residuos, El Salvador es el país, que cuenta con mayor sitio de disposición final adecuada, seguido de Costa Rica; los países con menores sitios adecuados son Guatemala y Honduras, y de acuerdo a la información Nicaragua no cuenta con sitios de disposición adecuada para los residuos.

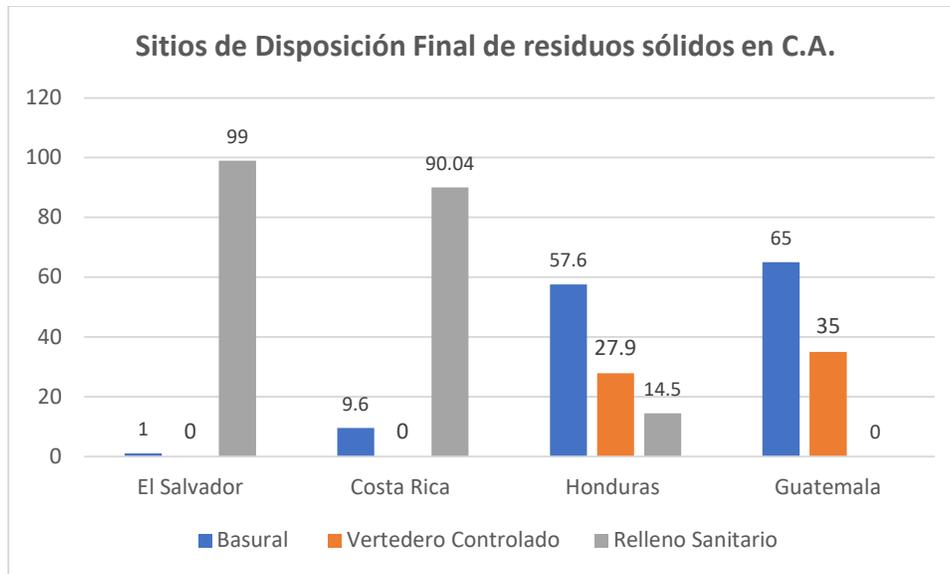
¹ La información fue recopilada entre abril y marzo del 2015 utilizando información publicada del año 2010 en adelante. Cabe resaltar que las variables reportadas tienen una baja variabilidad en períodos cortos de tiempo (< a 5 años).



Gráfica 11. Tipos de disposición final en Centro América, EVAL 2010

Al referirnos a los sitios de disposición final, estos no crecen a la velocidad de la generación de los residuos sólidos, permitiendo una generación de residuos sólidos de manera acelerada y reducida respuesta en el establecimiento de los sitios de disposición final adecuada (C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira & M. Kohout, 2021), de acuerdo al PNUMA, 2021 la disposición final adecuada de los residuos sólidos en ALC ha mejorado significativamente en las décadas recientes.

Según PNUMA, 2021 de acuerdo a la Línea base Coalición para el Cierre Progresivo de los Basurales en América Latina y El Caribe, se desarrolló un proceso de recolección de información para países de ALC de los cuales se obtiene información referente a los países que integran Centro América, detallando que de siete países cuatro de ellos brindaron información entre ellos Honduras, Costa Rica, Guatemala y El Salvador, en este sentido se estima que para el año 2021 El Salvador es el país con mayor cantidad de sitio de Disposición Final Adecuada (rellenos sanitarios) en un 99%, seguido de Costa Rica con un 90.04% de cobertura y Honduras con el 14.5%, para Nicaragua no se contó con información sobre el tema (Ver Gráfica 12).



Gráfica 12. Sitios de Disposición Final de residuos sólidos en C.A.

2.5 Gestión de los residuos sólidos urbanos en la República de Honduras

La república de Honduras, en las últimas décadas ha experimentado cambios significativos en los patrones de consumo, los que están relacionados al desarrollo de la industria, el comercio, los servicios y la migración a poblados urbanos, permitiendo una generación acelerada de residuos sólidos, además de considerar la tasa de crecimiento poblacional, que de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras para el 2013 fue del 1.99% y para el 2016 de 1.164% (CNP+LIMPIA, 2016).

Para unir esfuerzos en el tema de Gestión de Residuos Sólidos, Honduras, cuenta con instituciones con injerencia directa, como la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y la Secretaria de Salud. Además, la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), es el órgano que agrupa todas las municipalidades del país, las que juegan un rol importante en la gestión de los residuos sólidos urbanos. A pesar de ello, se observa la carencia de la capacidad técnica para desarrollar la gestión de los residuos sólidos municipales (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2012).

“La situación actual del manejo de los residuos sólidos municipales es hoy por hoy un problema que aqueja a la gran mayoría de municipios de la República de Honduras, al igual que el resto de los países de Centroamérica. La secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) como ente rector y regulador del sector ambiental en aspectos relacionados a los riesgos ambientales, está realizando grandes esfuerzos en el tema; Así ha emitido el Acuerdo Ministerial Número 0295-2012, de fecha 11 de enero de 2012, donde se crea el Departamento de Residuos Sólidos y la Comisión Interinstitucional para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos (CIMIRS)” (Colindrés, V., 2012).

A pesar de existir institucionalidad en el país, principalmente las municipalidades, quienes actúan directamente con la gestión de los residuos sólidos municipales, no obstante, se carece de capacidad técnica y escaso conocimiento sobre los parámetros numéricos fundamentales para la gestión de los residuos sólidos. Sin embargo, Comayagua es uno de los municipios que ha sido beneficiado por la Cooperación Danesa para la construcción de un relleno sanitario mecanizado el cual tiene incorporado un sistema de tratamiento de lixiviados mediante lagunas de evaporación, además se cuenta con una experiencia más en el Departamento de Ocotepeque, se organizó un Mancomunidad del Valle de Sensenti, compuesta por siete municipios para la construcción de un sitio de disposición final, en este proyecto se obtuvo financiamiento de la Cooperación de España dentro del esquema de la ayuda financiera del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), para llevar a cabo la construcción del relleno sanitario, siendo este una de las primeras iniciativas mediante el comanejo por siete municipalidades en Honduras, específicamente para la disposición final de los residuos sólidos municipales (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2012).

Además, el régimen de administración pública expresa que, aunque la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente y la Secretaria de Salud son responsables del manejo de los residuos sólidos a nivel nacional, no se han definido claramente sus roles. No obstante, en la actualidad, cada municipio maneja el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos de sus ciudades, en

este sentido cada municipio dispone de técnicos responsables para la actividad. Sin embargo, la situación en la recolección y transporte de los residuos difiere en cada municipio, la tendencia general es que carecen del número de vehículos para la recolección y el transporte de los residuos sólidos (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2012).

Según las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas INE, “las proyecciones de generación de residuos sólidos domiciliarios para el período 2007 al 2014, mostraron un ritmo de aumento acelerado entre 2.1% y 4.7% anual. Para el 2014, el aumento de la población alcanzo 8,725 111 habitantes y por ende un aumento en la generación de aproximadamente 4,575 toneladas diarias” (Padilla, A. & Elvir, C., 2012).

Relacionado a la legislación para la gestión de los residuos sólidos, el país no cuenta con la normativa suficiente, sin embargo, para el año 2019 se han hecho gestiones por instituciones como SERNA y la AMHON, y se ha desarrollado un borrador de Ley de Residuos sólidos, la que está en proceso de aprobación ante el Congreso Nacional de la Republica de Honduras.

2.5.1 Aspectos generales de la gestión de los residuos sólidos

En términos generales, los municipios de Honduras enfrentan problemas gerenciales, administrativos, técnicos y operativos para brindar un servicio eficiente y eficaz en la recolección, transporte y careciendo de obras de saneamiento ambiental para la disposición final adecuada de los residuos sólidos, sin ninguna intención de aprovechamiento del biogás producto de la descomposición anaeróbica de los residuos como aprovechamiento energético. De acuerdo con el Informe GEO-Honduras (2014), el estado del manejo de los residuos sólidos va en aumento en concordancia con el crecimiento poblacional y su tendencia a concentrarse en zonas urbanas principalmente lo que lleva consigo un aumento en la demanda de bienes y servicios, derivando a una mayor presión de los servicios públicos municipales (MIAMBIENTE, 2014).

Además, se valoran los aspectos legales desde el punto de vista de su débil aplicación y cumplimiento, considerada como una de las principales limitaciones para la gestión integral de los residuos sólidos a nivel nacional, a nivel institucional se identifican un conjunto de instituciones vinculadas directa e indirectamente a la gestión de los residuos sólidos, considerando la Secretaría de los Recursos Naturales y Ambiente una de las principales con competencias rectoras y reguladoras, seguidamente la Secretaría de Salud Pública orientada a la regulación y finalmente los gobiernos locales, donde estos últimos están vinculados a la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), en términos técnicos, existen limitantes como el no contar con un sistema nacional de información, la inexistencia de indicadores de gestión de residuos sólidos, que permitan medir el alcance y avance en la gestión de estos, únicamente se genera información aislada y con reducida socialización, lo que lleva a ejercer una presión a los gobiernos locales para mejorar y ampliar la prestación del servicio de recolección y disposición final, llevando consigo a destinar mayores recursos técnicos y financieros.

La información disponible sobre la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos para Honduras es limitada y dispersa. Para el año 2010 se elaboró el Informe de Evaluación Regional del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe, donde se generó información relevante de cada una de las etapas de la Gestión de los residuos sólidos para los países que integran ALC, generando información base para Honduras, para el 2016 se generó a través del Centro Nacional de Producción más Limpia, el Diagnóstico sobre la Situación de la gestión de los residuos sólidos Honduras, la información más reciente es la generada en el Informe de Evaluación Regional del Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2023 por el BID. De acuerdo con la información generada por la Secretaría de Recursos Naturales y ambiente Honduras el 54% del volumen total de residuos es generado en seis municipios (San Pedro Sula, Tegucigalpa, Choloma, La Ceiba, Choluteca y Progreso), 30 municipios cuentan con disposición final adecuada y aproximadamente 263 con botaderos a cielo abierto (CNP+LIMPIA, 2016)

2.1.1 Aspecto legal-institucionales

Para el año 2010, se ha creado la Unidad de Gestión de residuos sólidos en la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), que es la encargada de contribuir en el establecimiento del marco legal relativos al tema, con reducida capacidad técnica, los cambios de circunstancias políticas, donde se establece específicamente las prioridades de la gestión pública municipal. No obstante, la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), es la institución responsable de la agrupación de las municipalidades que juegan un rol determinante en la gestión de los residuos sólidos, quien a su vez requiere de la instalación de mayores capacidades técnicas en la temática de los residuos. Y finalmente un factor determinante para la buena gestión oscila entre la reducida consciencia de parte de la población local y la falta de compromiso de los servidores públicos en asumir el rol y responsabilidades que le corresponde dentro de los gobiernos locales, aunque esto se atribuye a las características culturales del país (JICA, 2012).

De acuerdo al CNP+LH (2016), el marco institucional en materia de la gestión de los residuos sólidos están relacionados directamente con la “*Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente*” a través de la Dirección de Gestión Ambiental (DGA), Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA), Dirección Nacional de Cambio Climático, Unidad de Cooperación Externa, Unidad de Comercio y Ambiente (que maneja los convenios y tratados relacionado con el CAFTA-DR), Instituto de Conservación Forestal (ICF) y el Instituto Hondureño de Geología y Minas (INHGEOMIN), además, es integrante del Consejo Consultivo Nacional del Ambiente (COCONA), la Comisión Interinstitucional para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (CIMIRS) y la Comisión Nacional de Gestión de Sustancias Químicas; la “*Secretaría de Salud*”, a través de la Unidad de Vigilancia de la Salud, Subsecretaría de Regulación (Dirección General de Normalización y la Dirección General de Vigilancia del Marco Normativo), Regionales y hospitales, además esta inscrita a nivel de instancias consultivas como Consejo Consultivo del Secretario de Estado (CONCOSE), Consejo Consultivo de la Calidad de la Secretaría de Salud (CONCCASS), Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA), Consejo Nacional de Salud

(CONSALUD), Comisión Nacional de Salud Ocupacional o de los Trabajadores (CONASATH), Consejo Nacional de Recursos Humanos en Salud (CONARHUS), y la Comisión Sectorial de Normalización en Salud (CSNS); *“Municipalidades y Asociación de Municipios de Honduras (AMHON)”*, a través de la Unidad Municipal Ambiental (UMA); *“Secretaría de Educación”* mediante la incorporación en la curricular nacional el componente de educación ambiental; Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG); Secretaría de Derechos Humanos, Justicia, Gobernación y Descentralización; Secretaría de Coordinación General de Gobierno; Secretaría de Desarrollo Económico y la Secretaría de Trabajo y Seguridad Social.

En términos legales, según JICA (2012), se gestionaba el establecimiento de leyes y regulaciones para la gestión de los residuos sólidos, sin embargo, requiere aportar mejor reglamentación y que vaya de acuerdo con la realidad del país. Para el 2016, el Marco legal asociado a la gestión de los residuos sólidos se encuentra disperso en varias instituciones y cuerpos legales, donde se determina un marco legal básico, con ausencia de políticas, estrategias y planes de acción dificultando la planificación y coordinación del sector y aunado a la duplicidad de funciones y una rectoría débil descoordinación marcada, que establece la mala capacidad de gestión. Al identificar la Jerarquía del Marco Legal en materia de residuos sólidos nos damos cuenta de que presenta debilidades con respecto a la ausencia de una Ley para el Manejo de los Residuos Sólidos en Honduras, se limita a la Constitución de la República, Convenios Internacionales Relacionados, Leyes Generales, Reglamentos y Normas, Resoluciones, planes de arbitrios y ordenanzas municipales (CNP+LIMPIA, 2016).

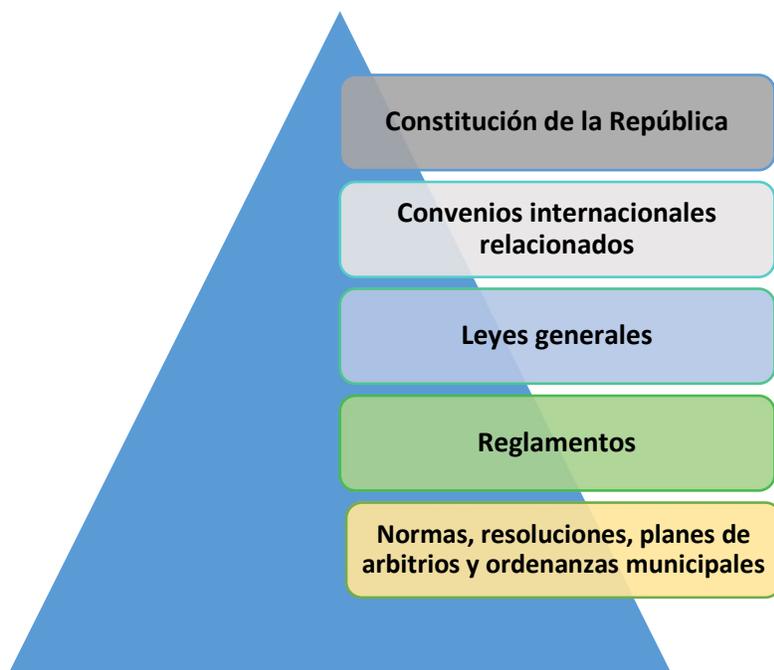


Figura 1. Jerarquía del marco legal en materia de residuos sólidos

En la tabla 1, se detalla la normativa establecida para la gestión integral de los residuos sólidos para la república de Honduras.

Tabla 1. Normativa legal en Honduras relacionada al Manejo de los residuos sólidos

No.	Nombre
I Constitución y tratados internacionales	
1.	Constitución de la República de Honduras
2.	Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Residuos Peligrosos y su Eliminación
3.	Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs).
4.	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
5.	Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y los Estados Unidos de Norteamérica (DR – CAFTA, por sus siglas en inglés).
6.	Convenio de Minamata sobre Mercurio, ratificado mediante el Decreto No. 126-2016
II Códigos y Leyes generales	
7.	Código de Salud (artículos 51 al 57).
8.	Ley General del Ambiente
9.	Ley de Municipalidades
10.	Ley General de la Administración Pública
11.	Ley de Ordenamiento Territorial y su reglamento
12.	Código de Trabajo
13.	Ley General de Minería y su reglamento
14.	Ley de Aduanas
15.	Ley de Transporte Terrestre de Honduras.
16.	Ley para la Educación y Comunicación Ambiental
17.	Ley del Instituto Hondureño de Turismo
18.	Ley del Instituto Nacional de Estadística
19.	Ley del Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS) y su reglamento

20.	Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).
III Reglamentos generales y especiales	
21.	Reglamento de la Ley General del Ambiente
22.	Reglamento General de Salud Ambiental
23.	Reglamento General de la Ley de Transporte Terrestre de Honduras
24.	Reglamento de la Ley de Municipalidades.
25.	Reglamento para el manejo integral de Residuos Sólidos (aplica en su totalidad).
26.	Reglamento general de medidas preventivas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (artículos 418 y 419).
27.	Reglamento para el manejo de desechos peligrosos generados en los establecimientos de salud (aplica en su totalidad).
28.	Reglamento para el control sanitario de productos, servicios y establecimiento de interés sanitario.
29.	Reglamento de transporte seguro de materiales radiactivos.
30.	Reglamento para la Gestión de Desechos Radiactivos.
31.	<i>Reglamento de protección física de los materiales nucleares radiactivos.</i>
32.	<i>Reglamento interno de organización y funciones de la Secretaría de Salud</i> (Acuerdo 406-2014).
33.	<i>Reglamento para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes</i> (Acuerdo 1070-2014).
34.	<i>Reglamento para la gestión ambientalmente racional de equipos y desechos con Bifenilos Policlorados (PCBs).</i> (Acuerdo 1071-2014).
IV Decretos, acuerdos, resoluciones, circulares, planes de arbitrios, etc.	
35.	Decreto Legislativo 181-2007 (delegación de licenciamiento ambiental en algunas municipalidades).
36.	Acuerdo Ministerial de MiAmbiente 016-2015 (tabla de categorización ambiental).
37.	Plan de arbitrios de cada municipio
38.	Reglamento Interno de MiAmbiente.
V Instrumentos técnicos en materia de residuos	
39.	Política para la gestión ambientalmente racional de los productos químicos (PCM-029-2013).
40.	Plan nacional de implementación del convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes (COPs).
41.	Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) ²¹ .
42.	Guía nacional para la formulación de planes directores municipales para la gestión integral de residuos sólidos.
43.	Inventarios de línea base de residuos sólidos ²² .
44.	Estrategia institucional de MiAmbiente.
45.	Manual de construcción y operación de rellenos sanitarios en Honduras
46.	Documentos técnicos elaborados por el CNP+LH en diversos proyectos. ²³
47.	Planes Directores Municipales

Fuente: (CNP+LIMPIA, 2016)

2.1.2 Aspecto Técnico-operativos

Generación per cápita de los residuos sólidos urbanos

La generación de residuos sólidos por persona y respectivo nivel socioeconómico permite establecer diferencias en la cantidad y calidad de los residuos generados por individuos de diferentes estratos socioeconómicos, directamente asociado a diferentes estilos de vida y patrones de consumo, donde la producción de basura

se ve así impulsada por la dinámica de producción, consumo y la dinámica demográfica; al ser este un efecto inesperado producido por ambos, hace que los residuos sólidos se conviertan en un subproducto del modelo de desarrollo y de la dinámica demográfica de una región demográfica determinada (Rodríguez-Escobar, 2002).

En este sentido, la generación de los residuos sólidos urbanos va relacionado directamente con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico de un área geográfica determinada, los mercados son una fuente generadora muy importante de RSU, de hecho, el mercado y el comercio informal han aumentado considerablemente, permitiendo ser una fuente y empleo temporal, además llegan a ser generadores alta de residuos sólidos (Buenrostro, O., et al, 1999).

Bajo este contexto, los residuos sólidos se considera como una problemática que ocasiona impactos ambientales negativos, que cada vez va en aumento en asocio al crecimiento de la población, los procesos de transformación industrial y a los hábitos de consumo de los individuos, incrementando la demanda de recursos y la producción de bienes y servicios acompañado de un manejo inadecuado de los residuos sólidos, y no haciendo un aprovechamiento de los residuos valorizables como materia prima para reintegrar al mercado (Melo-Henriquez, 2014).

De acuerdo con Cruz-Sotelo et al (2013), la generación de residuos sólidos contribuye a ese costo ambiental que tenemos que pagar, siendo a nivel mundial uno de los problemas ambientales más graves que los gobiernos deben enfrentar; en las últimas décadas se ha observado un esquema marcado en el acelerado crecimiento de población y la migración a zonas urbanas y periurbanas en los municipios, con una mezcla cada vez más heterogénea y peligrosa tanto para la salud como para el ambiente. Por ende, es importante la reintegración de los residuos que generamos en procesos de cadenas de valorización permitiendo generación de oportunidades de empleo y reducir los problemas de contaminación ambiental que conlleva la mala gestión de los residuos, implementando estrategias orientadas a las prácticas de reúso y reciclado para la recuperación de materia prima y su reincorporación al mercado (Cruz-Sotelo, S., & Ojeda-Benítez, S., 2013),

el papel que juegan los gobiernos locales en estos procesos es determinante, y que permite el establecimiento de procesos más personalizados y puntuales en el ámbito social a través de mecanismos de educación ambiental.

De acuerdo con el Manual de Operación y Construcción de rellenos sanitarios de Honduras (SERNA, 2014), el índice de generación se determina según la cantidad de habitantes de una localidad, para ello se considera lo siguiente:

Mayor de 100,000	0.75 kg/hab/día,
50,001-100,000	0.57 kg/hab/día
15,001-50,000	0.50 kg/hab/día
Hasta 15,000	0.35 kg/hab/día

Según la EVAL (2010) Honduras contaba con una generación promedio de 0.61 kg/hab/día, el 26.7% del municipio contaban con un Plan de Manejo de los residuos sólidos, el 93% del servicio de barrido se brindaba por las alcaldías municipales, el servicio de recolección en un 35.5% era servicio municipal directo, 64.5% se brindaba a través de otros servicios y/o modalidades; la generación per cápita (AIDIS-OPS/OMS-BID, 2010); de acuerdo al Centro Nacional de Producción Más Limpia, en 2016 Honduras presenta una generación de 0.65 kg/hab/día, para ello es determinante diferenciar entre el tamaño de población por municipio, además de su estilo de vida, patrones de consumo y generación de residuos, lo que representa la tendencia a un incremento en la generación por habitante, con el impacto asociado y su potenciación con las prácticas del modelo de gestión vigente de cada gobierno local, es importante valorar, el hecho de la falta de planificación que limita la gestión adecuada de los residuos sólidos (Calva-Alejo, CL, & Rojas-Caldelas, RI., 2014) .

Según datos del BID (2010), en términos de generación promedio diaria de residuos sólidos domiciliarios, las municipalidades más grandes del país como Tegucigalpa (capital del país) y San Pedro Sula, reportan las mayores cantidades, aportando aproximadamente el 38% de la carga de ellos residuos sólidos domiciliarios (MIAMBIENTE, 2014).

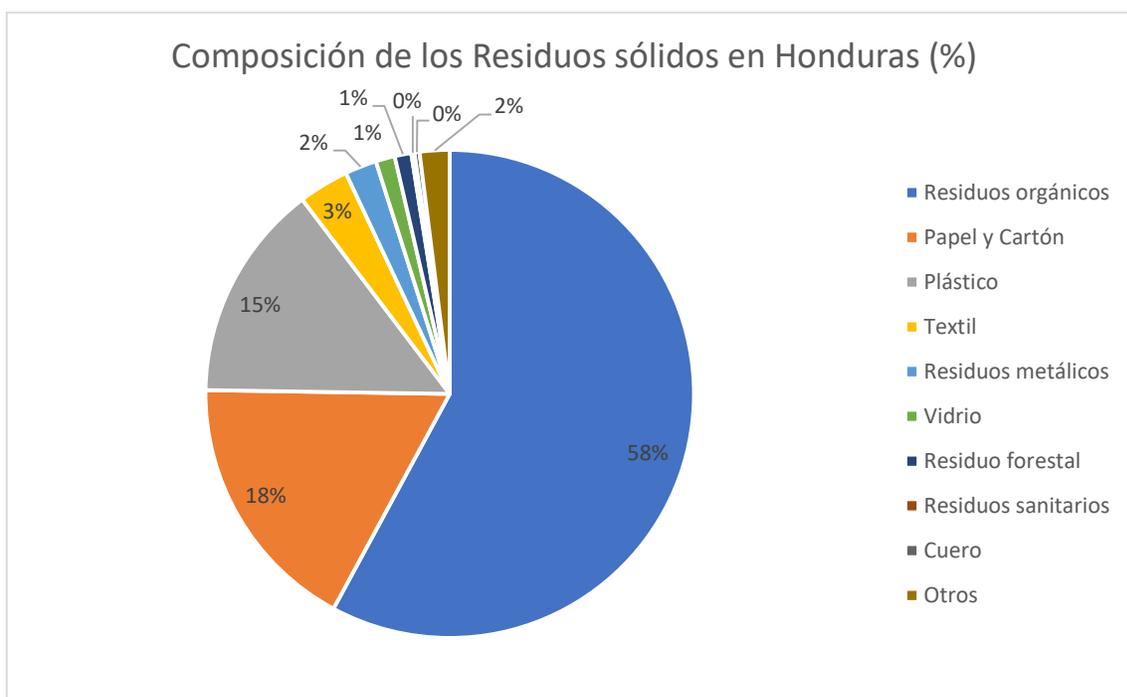
Acorde a los datos generados en el Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos sólidos en Honduras (2016), la generación de los residuos tiene aspectos integrales que se relacionan directamente con la actividad económica, el nivel de desarrollo, la participación ciudadana, la voluntad política, el nivel académico y su origen, dichos aspectos están relacionados directamente a la generación y manejo de los residuos sólidos. En este sentido para estimar la generación de los residuos sólidos municipales, se consideró una muestra de 35 municipios y 12 municipios establecidos de manera mancomunada con mayor densidad poblacional con características similares (factor poblacional, experiencia en la temática de residuos y su nivel de desarrollo industrial), determinando a una tasa de generación de residuos por persona al día en los municipios quedaría en un promedio de 0,65 kg/persona/día, que es levemente superior, pero cercano al de 0,61 kg /persona/día establecido como parámetro en el 2010.

Caracterización de los residuos sólidos urbanos

Un estudio de caracterización de residuos sólidos determina la cantidad y composición de los residuos sólidos que se producen en un sector en especial (institucional, residencial, comercial, industrial, entre otros), el objetivo de este procedimiento es determinar el porcentaje de materia orgánica, papel, vidrio, aluminio, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, entre otros; los que permitirá obtener las bases para la proyección del crecimiento y la generación de los residuos en función del tiempo, además de evaluar la composición de los residuos, de hecho este procedimiento es importante para la toma de decisiones acertada por los gobiernos nacionales y locales para implementar un sistema de gestión integral de los residuos sólidos de manera adecuada (Montoya Rendó, 2014).

En Honduras existe una marcada ausencia de información en el tema de residuos sólidos, lo que limita contar con información concreta, no obstante, se ha trabajado con la información generada de manera dispersa en municipios de Honduras, lo que nos permite determinar un promedio en la caracterización de residuos, además se tomó como referencia la información generada en el Diagnóstico sobre la Situación

de la gestión de los residuos sólidos Honduras, (2016), donde el estudio de caracterización indica una mezcla de residuos comunes (no especiales) peligrosos y especiales; en el grafico 10 se muestran las composiciones, siendo la mayor proporción los residuos de origen orgánico en un 57.90%, los residuos provenientes del plástico 14.41%, papel y cartón 17.36%, residuos metálicos 2.11%, residuos textiles 3.33% vidrio 1.27%, residuos forestales 1.09%, cuero 0.33% otros 1.98% y residuos sanitarios 0.22% (ver grafica No. 13).



Fuente: (CNP+LIMPIA, 2016)

Gráfica 13. Composición de los Residuos en Honduras

De acuerdo a un estudio realizado por Requena, N. (2022), durante la Pandemia del COVID-19, donde se busca evaluar el aumento o la disminución de la generación de los residuos sólidos (producto de la cuarentena) (Requena, N., Carbonel, D., Romero, R., 2022) desarrollado, tomando en consideración el aumento en la generación de residuos mayormente en productos de limpieza, protección, desechables, entregas a domicilio y compras por internet (S. A. Sarkodie, & P. A. Owusu, 2020).

Otro aspecto importante en términos de disminución puede deberse a la menor capacidad de adquisición en el hogar, debido al cierre de la actividad económica del

país (Naughton, C., 2020). Al comparar la composición de residuos de este estudio con resultados anteriores a nivel nacional, se observa un aumento en la proporción de residuos inorgánicos no aprovechables y una disminución de los residuos orgánicos y aprovechables (Requena, N., Carbonel, D., Romero, R., 2022).

Recolección y transporte de los residuos sólidos urbanos

La recogida y el transporte se consideran las actividades más costosas para la administración pública en el sistema de gestión de residuos municipales, ya que deben tomar en cuenta la implementación de políticas de educación ambiental, ampliación de la cobertura de recolección selectiva y reducción de la tasa de generación per cápita y su influencia en los costos de recolección y relleno sanitario de los residuos sólidos municipales generados. Además, las inversiones en educación ambiental solo traen beneficios cuando se asocian con inversiones en la expansión de recogida selectiva municipal y seguidamente, la recolección selectiva aumenta el costo total del sistema ya que su coste es tres veces superior al de la recogida convencional, no obstante, se puede reducir con la disminución de la generación per-cápita asociada a la implementación de programas de educación ambiental y recolección selectiva (Galavote, T. et al, 2023).

En términos de la prestación del servicio de recolección y transporte de residuos, en países en desarrollo y tal es el caso de Honduras existen limitantes donde este servicio ha excedido la capacidad de respuesta de los gobiernos locales, por ende, se estima que aproximadamente el 22.9% de las municipalidades tienen un Departamento y /o Unidad de GIRS específico para atender y brindar los servicios de recolección, transporte y disposición final, donde claramente identificamos un déficit marcado en la oferta de la prestación del servicio versus la demanda generada, además de ello las rutas y frecuencias de recolección no planificadas de manera adecuada, permiten la prestación de un servicio indeficiente, donde coloca el país en los porcentajes más bajos en gestión de residuos en comparación con países de la región de América Latina y el caribe (MIAMBIENTE, 2014).

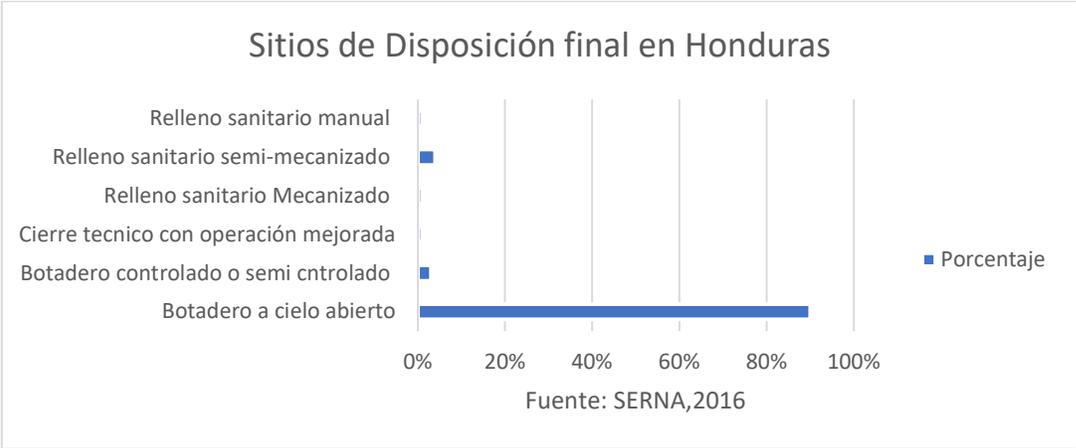
La baja cobertura del sistema de recolección depende de la limitada de presupuesto municipal al tema de la gestión de los residuos y la modalidad del servicio de

recolección, considerando que la prestación del servicio público se brinda en tres modalidades, directamente por la municipalidad (42%), suministrados por terceros (contratos) (16) y servicios mixtos (42%) (CNP+LIMPIA, 2016).

Disposición final de los residuos sólidos urbanos

La generación de residuos sólidos representa un problema para el manejo y disposición final de los desechos, debido a la deficiente gestión y poca planificación con la que cuentan los gobiernos locales (Orostegui-Melendrez, 2009).

En este sentido, en la etapa de la GIRS la disposición final segura y confiable para los residuos sólidos, es esencial en el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos, donde para ALC los rellenos sanitarios, son la mejor alternativa en lo técnico, económico y ambiental (CEPAL-Naciones Unidas, 2016). Según la Secretaria de recursos Naturales y Ambiente, 2016, los sitios de disposición final predominantes son los “botaderos a cielo abierto” en un 90%, seguido de un 3% Botaderos controlados o semi controlados, cierre técnico con operación mejorada un 1%, y finalmente son pocos municipios que cuentan con sitios de disposición final adecuados, estos representados en un 4% los Rellenos sanitarios semi-mecanizados, el 1% rellenos sanitarios mecanizado y renos sanitarios manual un 1% (ver grafica No. 14).



Gráfica 14. Sitios de disposición final de RSU en Honduras

2.6 Marco Normativo e institucional de los residuos sólidos urbanos

En términos generales, la normativa o norma jurídica es la regla que regula la conducta humana por medio de una prescripción, autorización o prohibición, en consecuencia, el marco normativo de la gestión de los residuos sólidos es propia de cada país, determinando el accionar del sistema como tal, promoviendo acciones de reciclaje, tratamiento, aprovechamiento, económica circular y, además, lo que establece claramente la Ley, “El que Contamina paga” a través de la aplicación de sanciones administrativas.

Por ejemplo, la Normativa de la Unión Europea establecen en su Directiva 2008/98/CE sobre los residuos establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea (UE), definido para proteger el medio ambiente y la salud humana enfatizando la importancia de utilizar técnicas adecuadas de gestión, recuperación y reciclado de residuos para reducir la presión sobre los recursos y mejorar su uso, promueve y confirma «principio de quien contamina paga», y además, agrega el concepto de «responsabilidad ampliada del productor», distingue entre residuos y subproductos; así mismo a través de la Directiva (UE) 2018/851 modifica la Directiva 2008/98/CE incorpora la economía circular, donde establece requisitos mínimos de funcionamiento de los regímenes de responsabilidad ampliada del productor, por lo que los estados miembros de la UE deben adoptar medidas que respalden los modelos de producción y consumo sostenibles, fomentar el diseño, fabricación y la utilización de productos eficientes en el uso de recursos, duraderos, reparables, reutilizables y actualizables; reduzcan la generación de residuos alimentarios como contribución a los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas para reducir en un 50 %, asimismo, establece nuevos objetivos de reciclado de residuos municipales: para 2025, tiene que reciclarse un mínimo del 55 % de los residuos municipales en peso. Este objetivo ascenderá al 60 % para 2030 y al 65 % para 2035, además de lo anterior, también contempla la incorporación de incentivos para aplicar la jerarquía de residuos, como tasas de depósito en vertederos e incineración y sistemas de pago por generación de residuos («pay-as-you-throw») (EUR-Lex, 2022).

Por otra parte, la normativa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos se basa en la Ley de Recuperación y Conservación de Recursos (RCRA, por sus siglas en inglés), ya que detalla que todas las actividades que se desarrollan generan algún tipo de desecho o residuo (EPA, 2023), por ende, el manejo de residuos sólidos y peligrosos se rige fundamentalmente por la Ley de Eliminación de Residuos Sólidos (Solid Waste Disposal Act, SWDA), de alcance federal, reformada por la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA) (Código de Estados Unidos, título 42, secs. 6901-6992k).

Esta ley contiene normas detalladas para el manejo de residuos; en particular, reglamentos "vitalicios" sobre residuos peligrosos previstos por la RCRA. La Ley de Prevención de la Contaminación (Pollution Prevention Act, PPA) de 1990 anunció una política nacional que favorece la reducción por encima del manejo de residuos (Código, título 42, secs. 13102-13109) (Resumen de derecho ambiental en los Estados Unidos, 2023).

En países de ALC, específicamente América del sur en las últimas décadas han marcado un antes y después en la gestión y manejo de ellos residuos sólidos, donde se ha podido visualizar una evolución en el marco fiscal y regulatorio del sector, dando mayor énfasis en los temas ambientales, de manera general Chile ha incorporado dentro de su marco regulatorio e institucionalidad estrategias para la gestión del medio ambiente y de los residuos sólidos además, de integrarse a la Organización para la cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) asumiendo compromisos ambientales, sin embargo no cuentan con leyes exhaustivas en el manejo de los residuos sólidos, en este sentido para el año 2013 se envió al Parlamento el proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del productor aprobada el 9 de junio de 2015 en general por la sala del Senado, finalmente, la Ley N° 20.920 fue publicada en el Diario Oficial el 1° de Junio de 2016; y tiene por objeto a disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de

gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente (FAO-LEX, 2024).

En Colombia, este país cuenta con dos marcos regulatorios, el primero orientado a prevenir el riesgo de la salud y el ambiente como resultado del manejo de los residuos sólidos y el segundo busca asegurar la sostenibilidad financiera de los responsables del manejo de los residuos, para el 2008 se contaba ya con la Publicación CONPES 3530 -Directrices para priorizar y organizar acciones y políticas para mejorar el manejo de residuos sólidos, la Ley 1252: legislación sobre los residuos peligrosos; en Perú la gestión de los residuos se puede brindar en dos modalidades, municipal o por una empresa prestadora del servicio, centrándose básicamente en la eliminación de los residuos sin considerar estrategias de minimización de su generación o valorización para el 2008 se reforma mediante Decreto Legislativo 1065: Reformas a la Ley General de Residuos Sólidos estableciendo nuevos lineamientos para el desarrollo de políticas y programas, y en Uruguay cuenta con regulación en la gestión y el manejo de los residuos sólidos bajo una normatividad legal y fiscal por medio del código del medio ambiente y de leyes y decretos, para el 2012 se cuenta con la Resolución 5383/12: Reglamenta nuevas normativas respecto a la recolección, transporte y disposición final de residuos no domiciliarios, en términos generales los países con mayor normativa en la gestión de residuos sólidos y protección son Chile y Uruguay, seguida de Colombia y finalmente Perú (CEPAL-BMZ, 2017) .

En Centro América, de manera general, la región ha avanzado de forma muy limitada en el establecimiento de marcos legales adecuados, donde algunos países cuentan o no con regulaciones, otros solos establecen responsabilidades a nivel municipal (Urzúa, M., 2015), por ende, los países deben promover normativas que definan la responsabilidad y autoridad de los diversos actores, incluida la responsabilidad financiera, estos actores deben incluir a los generadores de residuos (sean domiciliarios, comercio, industria), los gestores de residuos (los que se encargan de recolectar, transportar y disponer), los productores, y los diversos niveles de Gobierno (y evitar así mandatos contradictorios y duplicados,

particularmente cuando no está definido a nivel del Poder Ejecutivo cuál ministerio o secretaria tiene la rectoría en la materia), Multas y sanciones en caso de incumplimiento, entre otras (REDGIRS, 2017).

Para el caso de los países centroamericanos, cuentan con sistemas institucionales, marcos jurídicos e instrumentos de planificación territorial muy diferentes de manera general, una carencia marcada con debilidades institucionales y legales principalmente a nivel local, falta de recursos económicos y financieros para sostener los servicios básicos, aunado a ello la existencia de debilidades sociales y comunitarias por la débil o nula actividad de concientización a la población en el manejo adecuado de los residuos sólidos, además del aumento de la generación de residuos y por ende aumento de la demanda de prestación del servicio, el inadecuado manejo, vuelven una situación compleja y crítica para manejarlo de manera oportuna, en términos de regulaciones, la creación de leyes y normativas son poco significativos, siendo los países de Costa Rica (2011), El Salvador (2010) Guatemala (2005) y Nicaragua (2005) cuentan con políticas nacionales para el Manejo Integral de Residuos, pero adolecen de las normativas y reglamentaciones necesarias (Urzúa, M., 2015).

En cuanto a la República de Honduras, el marco jurídico para regular los residuos sólidos, está integrado por diversos instrumentos normativos que incluyen la Constitución de la República de 1982, los convenios o tratados internacionales, los códigos, las leyes generales, sin embargo, ese marco jurídico se encuentra disperso en diversos instrumentos y que la mayor responsabilidad recae en las municipalidades, con débiles y difusas responsabilidades en las entidades responsables del sector (OPS, 2010), en cuanto a la Ley de Gestión de residuos, actualmente se encuentra en proceso revisión y aprobación ante el Congreso Nacional.

2.7 Indicadores de la gestión de los residuos sólidos

De manera general, los indicadores de sostenibilidad urbana son instrumentos que permiten medir en términos físicos (cualitativos-cuantitativos) los efectos de la economía humana sobre el ambiente, por consiguiente, la principal característica s

de un indicador es que cuantifica y simplifica la información, facilitando la comprensión y entendimiento de los problemas ambientales para los tomadores de decisiones como para la población en general (Guerrero, E. & Erbiti, C., 2004).

Los indicadores son útiles como una forma de evaluar el desempeño de la gestión de residuos sólidos y sus políticas públicas, en este sentido, es una herramienta que ayuda a los gerentes en la toma de decisiones (Vasconcelos, R. & Fagundes, Á., 2019).

Los indicadores se caracterizan principalmente porque cuantifican y simplifican la información de forma tal que promueve el entendimiento de los problemas de diferentes índoles, tanto para el público en general como para los tomadores de decisiones, los que apuntan a áreas donde las relaciones entre economía, ambiente, sociedad y normativa son débiles, este último como factor determinante para países en desarrollo (C., E. Guerrero G. & C. Erbiti, 2004).

De acuerdo con lo expuesto por Tchobanoglous, G., Theisen, H. / Vigil, S.A, en 1906, Parson en su libro “The Disposal of municipal refuse”, explica la necesidad de homogenizar los datos e información sobre el manejo de los residuos entre todas las ciudades, lo que implicaría un adelanto para la disposición sanitaria de los residuos (Turcott Cervantes, D. et al, 2018)

Sakura en 1983, fue uno de los primeros en proponer una serie de macro-indicadores para América Latina y el Caribe, sin embargo, estaba enfocados solo en aspectos técnicos. No obstante, desde el 2010, varios grupos de indicadores han surgido en diferentes países que incluyen aspectos sociales, económicos y ambientales, además de los aspectos técnicos relacionados básicamente con el manejo de los residuos sólidos (Turcott Cervantes, D. et al, 2018).

Según el (BID, 2023), para los países de ALC miembros, se definen indicadores según las metas de cumplimiento en la gestión de los residuos sólidos, estas según el estado actual de la gestión de los RSM y el estado del desarrollo económico de los países en términos de generación per cápita, los indicadores definidos son: PIB per cápita US\$/hab-año, Generación de RSM (millones de t/año), Cobertura rural

(en %), Cobertura urbana (en %), Tasa de valorización (en %), Tasa de pérdidas en compostaje (en %), Relleno sanitario (en %), Vertedero controlado (en %) y Botaderos a cielo abierto (en %).

2.7.1 Indicadores de sostenibilidad para la gestión de los residuos sólidos

En términos generales, los indicadores pueden ser cuantitativos y cualitativos, haciendo referencia a un valor numérico y una cualidad, categoría o característica, respectivamente; por consiguiente, en el sistema de gestión de residuos sólidos, por ejemplo los indicadores cuantitativos los podemos identificar como las toneladas de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios o los sitios de disposición final, es decir, estos indicadores se generan a partir de datos números generados en el sistema de gestión de residuos sólidos, a diferencia de los indicadores cualitativos, se asigna una puntuación de forma objetiva y lo más estandarizada posible, como ejemplo se considera el cumplimiento de las normativas técnicas para la recolección y transporte, grado de control en el tratamiento y eliminación de los residuos sólidos (Giraldo-Almario, I., et al, 2024).

De acuerdo con Tisoco, M. (2023) los indicadores de sostenibilidad ayudan en el diagnóstico, búsqueda de mejoras y planificación de estrategias para los residuos sólidos, considerando que estos indicadores sean flexibles y adaptables de acuerdo a las condiciones de cada zona municipio (Tisoco, M. & Pinheiro, I., 2023).

En este sentido, la revisión del uso de indicadores de sostenibilidad en el mundo muestra que, desde principios de los años 1990, los indicadores ambientales adquirieron importancia en los foros internacionales, permitiendo definir indicadores más concretos (Vasconcelos, R. & Fagundes, Á., 2019), donde se ha buscado mejorar la base de la información relacionada con temas ambientales orientadas para el desarrollo de políticas públicas asegurando la comparación de la realizada entre las diferentes regiones (Polaz, C.N., & Teixeira, B.A, 2009)

Según (Guerrero, E. & Erbiti, C., 2004) propone una serie de indicadores de acuerdo a un estudio realizado en el Municipio de Tandil, Argentina, menciona que estos indicadores de sustentabilidad urbana son los instrumentos más versátiles que se

pueden utilizar para medir cualitativa y cuantitativamente los efectos de la economía humana sobre el medio ambiente, por lo que de manera general se identificaron indicadores de sostenibilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en cada una de las etapas generación, manipulación-acumulación-separación, recolección y transporte, tratamiento y disposición final (relleno sanitario y basurales).

Tabla 2. Indicadores de sostenibilidad ambiental en la gestión de los residuos sólidos caso de estudio Municipio de Tandil, Argentina (2001)

Etapas Indicador	Generación	Manipulación Acumulación Separación	Recolección y transporte	Tratamiento Procesamiento	Disposición final	
					Relleno Sanitario	Basural
De referencia	TN de RSD Generados/mes kg de RSD producidos/hab/día Variabilidad estacional Composición	TN de RSD separados para su reutilización y reciclaje TN de RSD acumuladas en contenedores públicos TN de RSD acumulados por usuarios	TN de RSD recogido por el servicio municipal/mes (No. De vehículos/ Tn por vehículo) Tn de RSD recuperados por los recicladores informales Cobertura municipal	TN de materiales reciclables vendidos/mes No. De empresa acopiadoras Tn de materiales reutilizables /mes Tasa de RSD recuperados /generación total	Vida útil TN de RSD dispuestos / mes M3 de lixiviados tratados/mes M3 de gases veteados Presencia de vectores	Tipo de residuos dispuestos Presencia de vectores
Holístico	Has. de ecosistemas productivos consumidos/ RSD generados	Contaminación visual Percepción de olores	Eficacia de los recorridos Impactos ambientales de los vehículos de recolección Tn de CO2 Nivel de Ruido	Superficie de ecosistemas productivos destinados al acopio de materiales reciclables Impacto visual producido por los centros de acopio	Nivel de contaminación de aguas superficiales Nivel de contaminación de aguas subterráneas Nivel de contaminación de suelos Pérdida de biomasa por ocupación ecosistemas productivos	Nivel de contaminación de aguas Superficiales Nivel de contaminación de aguas subterráneas Nivel de contaminación de suelos Pérdida de biomasa por ocupación ecosistemas productivos Afectación a la calidad paisajística y turística
Causa-Efecto	Ingreso per cápita/Generación Per Cápita Afluencia Turística/incremento tasa	Existencia de mercados de materiales reciclables/aumento de separación en el origen	Incremento de desempleo / incrementos recicladores informales	Existencia de un mercado de materiales reutilizables/existencia de centros de acopio	Pérdida de valor inmobiliario de tierras aledañas	Pérdida de valor inmobiliario de tierras aledañas

	de generación/mes Aumento de generación/aumento de población/año					
Indicador proyectivo	Tendencia al incremento en la generación por el aumento en la población residente Tendencia al incremento en la generación por presión turística	Potencialidad reciclaje y reutilización	Potencialidad de recogida selectiva Potencialidad de mejora en sistemas de recolección y transporte	Posibilidad de formalización de actividades de acopio Potencialidad de instalación de planta separadora	Potencialidad de contaminación de acuíferos Potencialidad de contaminación de aguas superficiales Potencialidad de contaminación de suelos	Potencialidad de contaminación de acuíferos Potencialidad de contaminación de aguas superficiales Potencialidad de contaminación de suelos
Indicadores de riesgo e incertidumbre	Aumento de la apropiación de ecosistemas productivos destinados a la producción de bienes y servicios (en%)	Exudado de residuos Perdida del valor de RSD para reciclaje y reutilización	Riesgo de accidentes de recolectores municipales Riesgo de accidentes de recicladores informales	Riesgo de contaminación de aguas superficiales Riesgo de contaminación de aguas subterráneas Riesgo de contaminación de suelos Riesgo sobre la salud humana Riesgo de disminución en la calidad de hábitat	Vulnerabilidad de acuíferos Vulnerabilidad de suelos Vulnerabilidad de aguas superficiales Vulnerabilidad de la salud humana	Vulnerabilidad de acuíferos Vulnerabilidad de suelos Vulnerabilidad de aguas superficiales Vulnerabilidad de la salud humana Riesgo de disminución en la calidad del hábitat
Indicador de Control de Gestión	Alcance de los programas de educación ambiental Regulación embalajes	Infracciones por incumplimiento de las ordenanzas de horarios de recolección	Eficiencia en el sistema de recolección Control de la eficacia del sistema de recolección	Control de cumplimiento de la normativa	Costos de tratamiento/mes No d denuncias por contaminación	Costos de tratamiento/mes No d denuncias por contaminación

Fuente: (Guerrero, E. & Erbiti, C., 2004)

Por otra parte (Gándara, M. & Guerrero, E., 2013), definen cinco (5) indicadores para evaluar y monitorear en el tiempo la gestión ambiental de los residuos sólidos, tomando como referencia la gestión de los residuos domiciliarios en Rosario Argentina; estos indicadores permitirán establecer un seguimiento en el tiempo, para evaluar el óptimo desempeño del sistema como tal, a continuación, se enlistan los indicadores:

1. Generación de residuos sólidos domiciliarios (tn/mes, ton/año), lo que nos permitirá conocer el peso de los residuos sólidos dispuestos en el sitio de disposición final.
2. Generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios (kg/hab/día; kg/hab/mes), nos permite evaluar la generación/ disposición final promedio per cápita y su evolución en el tiempo.
3. Composición de los residuos sólidos domiciliarios (identifica el tipo de RSD), muestra la composición en % de acuerdo con los materiales que lo integran.
4. Superficie destinada para disposición de RSD (cantidad de hectáreas), determina el espacio utilizado para la disposición final de los residuos sólidos.
5. Flujo lineal de los metales (sustentabilidad ecológica) es la relación de la entre la tasa de reincorporación de los metales a la litosfera (toneladas/ año) y la tasa de extracción desde la litosfera y la Biosfera (toneladas/ año).

Si bien es cierto, los indicadores ambientales en la gestión de los residuos sólidos son determinantes, lo mismo ocurre con los indicadores de salud de acuerdo a (Bonametti T., et al, 2016), ya que la mala gestión de los residuos sólidos es considerado un problema de salud de la población que vincula múltiples tema de interés de la sociedad, es por ellos que se determina mediante una propuesta de indicadores que pueden ser útiles no solo para la identificación de datos, sino también para ampliar el campo de debates de las políticas de salud ambiental, dirigidas a la gestión de los residuos sólidos urbanos y también al logro de mejores condiciones de salud para los habitantes, en este sentido propone los siguiente “indicadores de sostenibilidad en la dimensión de salud para la gestión de residuos sólidos urbanos elaborados por la técnica Delphi tras el acuerdo de expertos en una escala Likert de concurrencia de 1 a 5. Brasil, 2013”:

Tabla 3. Indicadores de sostenibilidad en la dimensión de salud para la gestión de residuos sólidos urbanos

No	Indicador
1	Número de accidentes que involucran a Recolectores Informales de Basura y empleados que trabajan en la gestión de RSU †, en relación con el número total de empleados que trabajan en estos sectores.
2	Número de situaciones de riesgo que ocurren para los Recolectores Informales de Basura y empleados que trabajan en la gestión de RSU.

3	Porcentaje de Recolectores Informales de Basura y empleados que trabajan en la gestión de RSU, utilizando Equipos de Protección Personal.
4	Porcentaje de recolectores informales de basura y empleados que trabajan en la gestión de RSU con vacunación y controles actualizados.
5	Número de focos de Dengue o proliferación de otro tipo de vectores por almacenamiento y disposición de residuos en viviendas de Recolectores Informales de Basura u otros lugares no apropiados.
6	Número de casos anuales de enfermedades relacionadas con malas prácticas de manejo y disposición de RSU.
7	Número de muertes anuales relacionadas con malas prácticas de manejo y disposición de RSU.
8	Masa diaria per cápita de HSSW ‡ relacionada con la población urbana.
9	Masa diaria per cápita de Residuos Peligrosos (excepto RSS) recolectados, en relación con la población urbana.
10	Porcentaje de RHS con tratamiento y disposición terminal ambientalmente adecuada.
11	Porcentaje de Residuos Peligrosos (excepto RSS) con tratamiento y disposición terminal ambientalmente adecuada.
12	Porcentaje de RSU recolectados en relación con la cantidad total de RSU generados.
	*Desviación Estándar.
	†Residuos Sólidos Urbanos (RSU).
	‡Residuos Vendidos de Servicios de Salud (RSSS).

Según (Turcott Cervantes, D. et al, 2018), durante varias décadas se han utilizado indicadores para evaluar la gestión de los residuos sólidos, los indicadores deben ser útiles en diferentes niveles geográficos y económicos, debe ser de diferente tipo, seguir una metodología clara y cubrir todos los aspectos de posible interés, en este sentido, se busca promover la mejora y progreso en los sistemas de gestión de residuos sólidos, por lo que se han propuestos diferentes herramientas, y algunas basadas en el uso de indicadores, por ende, en varios países a partir del año 2010 han surgido varios grupo de indicadores que incluyen aspectos sociales, económicos, ambientales y técnicos relacionados a los sistemas de gestión de residuos sólidos.

Se estima que el interés por generar indicadores de desempeño para la gestión de los residuos sólidos surgió desde hace muchos años atrás, según MacDonald (1996), analizó tres indicadores de referencia: “a) residuos generados per cápita, b) proporción de residuos generados per cápita; y c) proporción de residuos que se

gestionan mediante diferentes métodos; y proporción de hogares con servicio regular de recolección” (Wilson, D., et al, 2015).

Por ende, los indicadores permiten a un municipio evaluar su desempeño en relación a la prestación de los servicios de limpieza pública, además de permitir a los tomadores de decisiones contar con información concreta que permita analizar de manera crítica la situación desde lo económico, técnico, ambiental y social en cada uno de los municipios, particularmente se ha mostrado un mayor interés en generar indicadores para definir un sistema de gestión de residuos bajo esquemas de modernización, que principalmente se presentan en países desarrollados que su fin primordial es implementar tecnologías que faciliten procesos de prevención, tratamiento y eliminación de los RS, no obstante, con reducidas posibilidades en países en desarrollo, que únicamente se centran en prestar un servicio de recolección y disposición final, consecuentemente, los indicadores se conciben para la comparación y selección de tecnologías vinculados directamente con el ciclo de vida de los residuos sólidos (Wilson, D., et al, 2015).

En este sentido, y de acuerdo con lo concebido originalmente por ONU-Hábitat, sus indicadores siguen siendo los más amplios en su cobertura en componentes físicos y de gobernanza y por consecuencia el conjunto de indicadores más ampliamente probado en varios países y que tienen la amplia experiencia de haber sido aplicados en todos los niveles económicos, y que finalmente se han llamado “Indicadores de referencia de ISWM Wasteaware” (Wilson, D., et al, 2015).

Continúa detallando (Wilson, D., et al, 2015), que el marco analítico de ONU-Hábitat, donde distingue tres dimensiones para los sistemas de gestión y reciclaje de residuos sólidos: el sistema físico y sus componentes tecnológicos, los aspectos de sostenibilidad (sociales, institucionales, políticos, financieros, económicos, ambientales y técnicos) y los diversos grupos de partes interesadas involucradas relacionadas con la gobernanza (ver figura 2).

En consecuencia, el primer triángulo se centra en tres (3) factores clave, que corresponden a tres componentes físicos clave de hardware: a) protección de la salud que depende de un buen servicio de recogida de residuos; b) protección del

medio ambiente, durante el tratamiento y eliminación de los residuos; c) se centra en el valor de los recursos, aplicando las 3R; el segundo triángulo se relaciona con el Software de ISWM, a través de las estrategias de gobernanza para la implementación de un sistema eficiente, donde también se considera la a) inclusión permitiendo la participación tanto de los usuarios como los proveedores del servicio; b) sostenibilidad financiera y finalmente c) una base de instituciones sólidas y políticas proactivas (ver Tabla 4.).

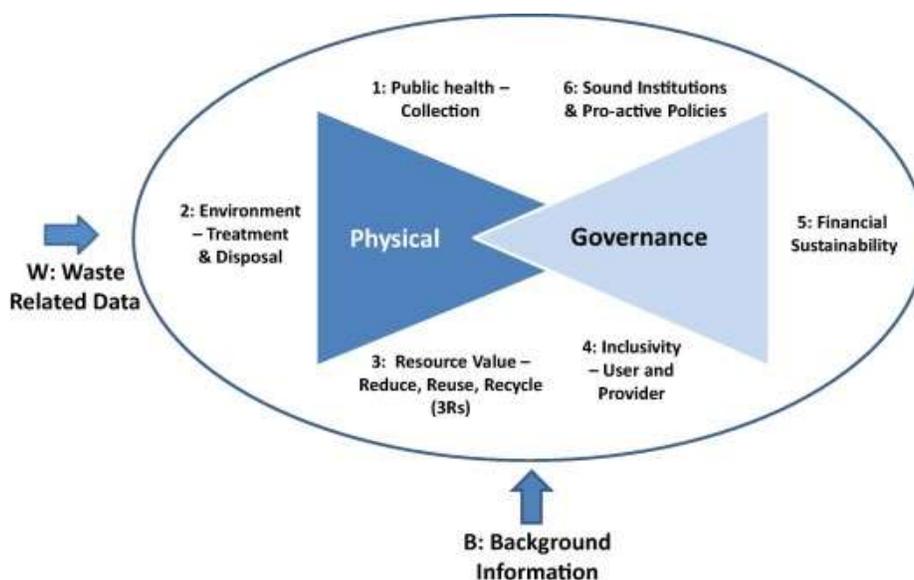


Figura 2. El marco de Gestión Integrada de Residuos Sostenibles (GIRS) utilizado por el conjunto de indicadores Wasteaware.

La valoración de los indicadores se aplica a través de una codificación en sintonía con los colores del semáforo, describiéndolos en la siguiente tabla:

Tabla 4. Valoración de los cuatro indicadores cuantitativos de los componentes físicos a través de la codificación en sintonía con los colores del semáforo

No.	Componentes físicos	Indicadores	Codificación de colores del semáforo				
			Bajo	Bajo/medio	Medio	Medio/Alto	Alto
1.1	Salud pública-recolección de residuos	Cobertura de recolección de residuos: % de hogares que tienen acceso a un sistema de residuos confiable servicio de recogida	0-49%	50-69%	70-89%	90-98%	99-100%

1.2		Residuos capturados por el sistema de manejo y reciclaje de residuos sólidos (% peso): % de residuos generados que son recogido y entregado a una instalación oficial	0-49%	50-69%	70-89%	90-98%	99-100%
2	Control ambiental-eliminación de residuos	Tratamiento de control y/o eliminación (% peso): % del total residuos sólidos urbanos destinados a tratamiento o disposición que va a cualquiera de un diseño de última generación o tratamiento "controlado" / sitio de eliminación	0-49%	50-74%	75-84%	85-94%	95-100%
3	Recurso Valor: '3R' - Reducir, reutilizar y reciclar	Tasa de reciclaje: % total de residuos sólidos municipales generados que son reciclado. Incluye reciclaje de materiales y valorización de orgánicos (compostaje, piensos para animales, digestión anaeróbica).	0-9%	10-24%	25-44%	45-64%	65% and over

Fuente: (Wilson, D., et al, 2015)

La gestión de residuos y el componente de gobernanza está estrechamente vinculados, por lo que una mala gobernanza es la principal causa de fracaso de los sistemas de gestión de los residuos sólidos, al momento de considerar los aspectos de gobernanza lo primordial es la inclusión de los usuarios y los prestadores del servicio, la sostenibilidad financiera y finalmente la fortaleza del marco institucional como ejes transversales (Scheinberg, A., et al, 2010).

Por consiguiente, este tipo de acciones consideradas como indicadores no es fácil de medir, ya que son de carácter cualitativo, aspecto de gobernanza Blandos, en la Tabla 4. Se muestran los indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware (Wilson, D., et al, 2015).

Tabla 5. Indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware

No	Componentes gobernanza	Indicadores
1.1	Inclusividad	Grado de inclusión de los usuarios (%)
1.2		Grado de inclusión de proveedores (%)
2	Sostenibilidad financiera	Grado de sostenibilidad financiera (%)
3.1	Una base de instituciones sólidas y políticas proactivas	Adecuación del marco nacional para la gestión de residuos sólidos (SWM) (%)
3.2		Grado de coherencia institucional local (%)

Fuente: (Wilson, D., et al, 2015)

De acuerdo a (Giraldo-Almario, I., et al, 2024), los indicadores de referencia de Wasteaware se han utilizado en todo el mundo para monitorear esos sistemas, no obstante, se ha desarrollado una adaptación de la metodología al contexto un país de América Latina y El Caribe (Colombia) aplicándose al marco regulatorio y política nacional de la gestión de los residuos sólidos, implementando esta metodología en el Municipio de Calí para el año 2019, obteniendo un alto desempeño calificado con un 91% en el sistema de gestión de residuos sólidos, este resultado se obtuvo al aplicar la metodología con otras ciudades de ALC.

En consecuencia, a partir de la evaluación de la metodología Wasteaware adaptada para países de ALC, permitirá fortalecer los sistemas de gestión de los residuos sólidos, a través de la toma decisiones acertadas y además, tomando en consideración que las condiciones políticas, económicas y sociales son similares, en este sentido se determinó Giraldo-Almario, I., et al, 2024, la ponderación de indicadores para la evaluación de sistemas de gestión de residuos sólidos de ALC, a través de la “Adaptación del Wasteaware al contexto de un país latinoamericano: evaluación de la gestión de residuos sólidos municipales” Caso de estudio en la ciudad en Cali, Colombia, además de la matriz de Matriz de calificación de indicadores para la evaluación del desempeño del RSU mediante la Calificación del método matricial (puntuación ponderada (%)) a través de la ecuación Figura 3 y la escala de calificación Tabla 6, además, la adaptación de Wasteaware para el cálculo de la puntuación global categorizó los indicadores según su importancia y relevancia.

Tabla 6. Ponderación de indicadores para la evaluación del SGRS

Indicadores Tipo I	Indicadores Tipo II	Indicadores tipo III
Peso relativo: 12,5%	Peso relativo: 8,3%	Peso relativo: 4,2%
1.1. Cobertura de recogida de RSU	1C. Calidad del servicio de recogida de RSU y limpieza viaria	3. Tasa de reciclaje
1.2. Residuos captados por el sistema RSU	2E. Calidad de la protección ambiental en el tratamiento y disposición de RSU	3R. Calidad de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar
2. Grado de protección ambiental en el tratamiento de residuos y eliminación de RSU	6N. Adecuación del marco nacional de la gestión sostenible de los residuos	4U. Inclusión del usuario
5F. Sostenibilidad financiera	Coherencia institucional local	4P. Inclusión de proveedores

Figura 3. Ecuación de puntuación ponderación (%)

$$OS = \frac{\sum(RWI \times SI)}{5}$$

Donde:

OS = Puntaje global (%)

RWI = Peso relativo del indicador (%)

SI = Puntaje del indicador obtenido por el método matricial (valor entre 1 y 5)

Tabla 7. Escala de calificación del método Matrix

Escala de calificación del método Matrix		Colores
Alta	5	
Medio/Alto	4	
Medio	3	
Medio/Bajo	2	
Bajo	1	

Como ejemplo, el estudio de Giraldo-Almario, I., et al, 2024, contempló la aplicación de la metodología adaptada de ISWM Wasteaware al contexto de un país

latinoamericano para la evaluación de la gestión de residuos sólidos municipales, en este sentido se aplicó una evaluación para 14 ciudades de ALC, en la Figura 4, se pueden observar los resultados generados.

Figura 4. Análisis comparativo de la evaluación del desempeño del MSWMS reportada para ciudades de ALC.

Code	Indicator	Cali	Santa Lucía ¹	Castries ¹	Cigres ¹	Buenos Aires ¹	La Paz ²	Ciudad de México ³	Guadalajara ⁴	Macaé ⁵	Cachi ⁶	Belo Horizonte ¹	Managua ¹	Payogasta ⁶	Cañete ¹
		Colombia	Santa Lucía	Santa Lucía	Brazil	Argentina	Bolivia	México	México	Brazil	Argentina	Brazil	Nicaragua	Argentina	Chile
1.1	MSW collection coverage	97	100	100	95	96	89	82	95	100	70	90	85	64	71
1.2	Waste captured by the MSWM system	100	100	100	0	93	95	93	95	N/A	66	0	0	0	0
1C	Quality of MSW collection and road cleaning service	72	88	88	79	67	58	67	50	50	65	0	0	30	0
2	Controlled treatment and disposal	100	100	100	100	97	98	91	95	95	0	95	80	0	0
2E	Degree of environmental protection in waste treatment and disposal of MSW	88	75	75	79	71	67	65	60	90	45	0	0	25	0
3	Recycling rate	23	20	20	15	8	8	33	12	5	0	1	3	0	12
3R	Quality of 3R's – Reduce, Reuse, and Recycle	56	50	50	50	29	25	50	13	4	25	0	0	5	0
4U	User inclusivity	100	83	83	63	54	50	54	46	45	25	79	58	20	58
4P	Providers inclusivity	95	85	85	70	65	55	30	40	30	0	65	15	0	65
5F	Financial sustainability	85	33	33	75	58	54	50	40	N/A	35	0	0	20	0
6N	Adequacy of national SWM framework	79	50	50	83	50	50	33	67	40	55	0	0	50	0
6L	Local institutional coherence	88	79	79	88	63	63	58	46	54	50	0	0	35	0
Overall Score		91%	83%	83%	76%	74%	69%	67%	66%	64%	47%	43%	35%	31%	30%

High Medium/high Medium Medium/low low

En este sentido, para el análisis de las ciudades de ALC, se contemplan un total de doce (12) indicadores, bajo los componentes iniciales definidos por ISWM Wasteaware, descritos a continuación:

Componente Físico (No. 7): a) 1.1. Cobertura de recogida de RSU, b) 1.2. Residuos captados por el sistema RSU, c) 2. Grado de protección ambiental en el tratamiento de residuos y eliminación de RSU, d) 1C. Calidad del servicio de recogida de RSU y limpieza viaria, e) 2E. Calidad de la protección ambiental en el tratamiento y disposición de RSU, f) 3. Tasa de reciclaje y g) 3R. Calidad de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar.

Componente de gobernanza (No. 5): a) 5F. Sostenibilidad financiera, b) 6N. Adecuación del marco nacional de SWM, c) 4U. Inclusión del usuario, d) 4P. Inclusión de proveedores y e) Coherencia institucional local.

2.8 Gobernabilidad en la gestión de los residuos sólidos

Según la legislación del país, la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente y la Secretaria de Salud, son las responsables del manejo de residuos a nivel nacional, a pesar de ello, no se tienen claramente definido los roles para cada institución. No obstante, los gobiernos locales, son los responsables de la implementación de los programas de gestión de los residuos sólidos, con poca o nula capacidad técnica y operativa para el funcionamiento adecuado del sistema (JICA, 2012).

Se estima que al involucrar a los actores claves en la gestión de los residuos sólidos urbanos logra tener un buen desempeño, por ende la participación de población, sector privado, autoridades y organizaciones no gubernamentales, es determinante, para una buena gobernanza, no obstante los lineamientos políticos, legales e institucionales aseguran una adecuada planificación del manejo a través de estudios técnicos, redacción de legislación y estructura técnica y operativa para la prestación de servicios (Olivo, V., et al, 2022).

Por otra parte, es importante, reconocer el papel desempeñado por todos los actores involucrados (población, sector privado, autoridades y organizaciones no gubernamentales) en cada uno de los procesos, tomando en consideración los lineamientos políticos, legales e institucionales, ya que aseguran una adecuada planificación en el manejo a través de estudios técnicos, redacción de legislación y estructura técnica y operativa para la prestación de servicios. Los aspectos económicos garantizan la sostenibilidad financiera del sistema. Los lineamientos socioambientales prevén la minimización de los impactos ambientales a través de la reducción de la generación de residuos y la inclusión social.

Como ejemplo, se muestra que las mejores prácticas en Brasil mostraron que los municipios que adoptan una gestión integrada sostenible tienen mayores tasas de reciclaje, compromiso social, inclusión social, sostenibilidad económica y reducción de impactos en el medio ambiente. Estas directrices sirven como herramienta de

planificación para que cualquier gobierno local estructure un sistema de GIRS, consecutivamente, valoramos la importancia de la gobernanza en la gestión de los residuos sólidos (Olivo, V., et al, 2022).

2.9 Tipos de economía y la gestión de los residuos sólidos

Un factor de importancia es el tipo de economía, y esto determina el impacto económico en la sociedad, en este sentido durante muchos años y actualmente se ha implementado una economía lineal en el mundo, la que demuestra insostenibilidad y agotamiento de los recursos naturales, además, de las variaciones en la composición y cantidad de los residuos, provocando un aumento en la cantidad de los residuos.

Esto ha obligado al diseño de estrategias orientadas a reducir el volumen de residuos generados, abriendo el camino a un modelo de economía circular. Ante esto, uno de los objetivos del nuevo paradigma de la economía circular es eliminar o mitigar los residuos a través de un diseño que tiene como principales requisitos la minimización de los recursos utilizados en la fabricación y la reducción del balance energético de la producción” (Salguero-Puerta, L. et al, 2019).

De acuerdo con Zeller et al. (2019), actualmente se está impulsando el concepto de economía circular para lograr una mayor prevención de residuos y una mejor gestión de los recursos mediante la extensión y cierre del ciclo de materiales (Zeller et al, 2019).

Los conceptos de sostenibilidad y economía circular han hecho avanzar el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos desde la eliminación básica hasta el reciclaje y la recuperación de recursos, donde la técnica de Evaluación del ciclo de vida (LCA), ha sido ampliamente utilizada para analizar el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos, no obstante, los resultados de esta técnica revelan que el objetivo de un estudio de LCA es subjetivo pero un factor decisivo que define el procedimiento de los pasos posteriores, en este sentido, más la estrategia más adecuada es la integración de tecnologías del reciclaje, el tratamiento y la disposición final. La elección de tecnologías y su desempeño, sin embargo, depende

del contexto tecnológico y socioeconómico de la región estudiada. Además, es precisamente en estos términos que la eficacia de la gestión de los residuos sólidos urbanos se vincula con la integración de la Agenda 2030 con los objetivos de desarrollo sostenible (Iqbal, A., et al, 2020).

En este sentido, la Agenda 2030, a través de su plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, logra integrar las tres dimensiones del desarrollo sostenible económica, social y ambiental a través de sus 17 objetivos de desarrollo sostenible (Cf, O.D.D.S., 2015). Entre ellos, se explicita la gestión de los residuos sólidos urbanos en los objetivos 11 y 12 (Tagle Zamora, D., & Carrillo González, G., 2022).

El marco temático PEST (Policy, Environmental, Socio-Economic and Technology) presenta una herramienta sistemática adaptable para los responsables políticos y decisores hacia la mejora en el manejo de los residuos sólidos municipales (MRSM) en países de bajos ingresos. El marco temático es una herramienta adicional que puede ser adaptado para abordar las necesidades de MRSM en una localidad, presentando una visión global, principio para un resultado sostenible cuando se aplica plenamente al escenario de estudio identificado, por lo tanto, los diferentes parámetros son interactivos y cada uno contribuye al objetivo central de lograr un MRSM sostenible (Iyamu H.O., et al, 2020). En la figura 5, se puede apreciar la funcionalidad del Marco temático PEST.

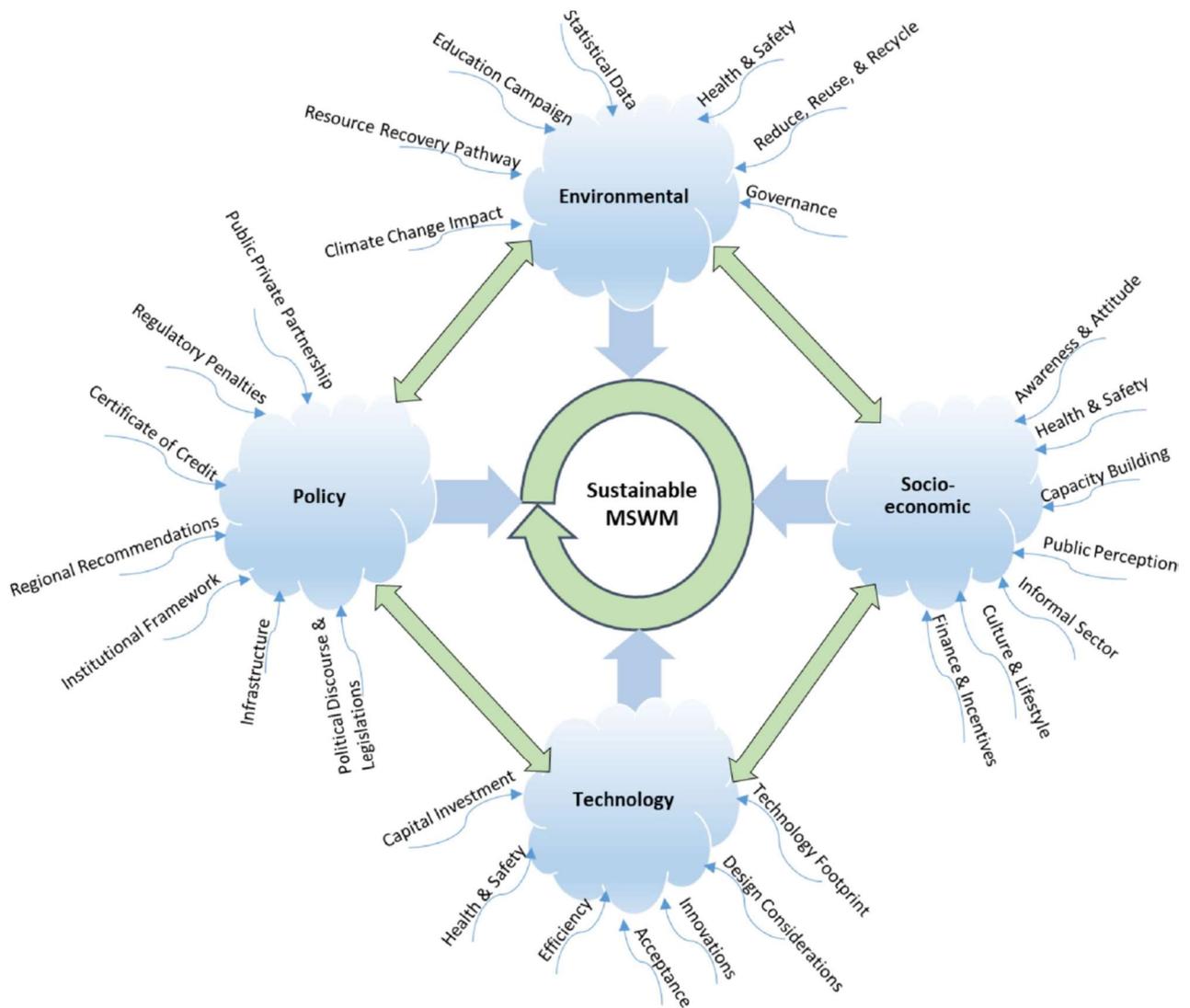


Figura 5. Marco temático PEST (Policy, Environmental, Socio-Economic and Technology)

2.9.1 Economía Lineal

A lo largo de su evolución y diversificación, nuestra economía industrial apenas ha ido más allá de una característica fundamental establecida en los primeros días de la industrialización: un modelo lineal de consumo de recursos que sigue un patrón de "tomar-hacer-disponer" (MacArthur, 2013).

Por lo tanto, al referirnos a la economía lineal, debemos hacer un viaje en el tiempo y trasladarnos al siglo XVIII, específicamente a la época de la Revolución industrial, es en ese entonces que las compañías generan y establecen un modelo de economía, basado en la extracción de materia prima de la naturaleza, para la

producción masiva de bienes de consumo para el ser humano, donde dichos productos al pasar el tiempo perderán su vida útil y serán reemplazados por otros similares o de características superiores, donde se establece como objetivo el cambio continuo de los productos para la generación de mayor capital humano, por lo tanto se ve marcada un tipo de economía lineal donde es objetivo principal es usar y desechar, priorizando el consumo sin pensar en las necesidades que realmente necesitamos solventar, y en mínima importancia la vida útil del producto, por ende sin ningún interés en valorizarlo o reaprovecharlo, finalmente la economía lineal establece como idea “extraer, fabricar y desechar” (Melo Delgado, C., et al, 2022).

La economía lineal ha tenido una línea marcada en su aplicación en la gestión de los residuos sólidos, tomando con punto de partida, la demanda de recursos naturales debido al crecimiento de la población y por ende con el desarrollo económico, lo que ha generado un incremento en la producción de residuos sólidos urbanos (Montiel-Bohoruquez, 2019).

La economía lineal en asociación, el uso insostenible de los recursos, aumentando los costos involucrados en la gestión de los residuos, lleva consigo un alto costo de inversión por parte de los municipios, así como de los ciudadanos que sustentan este servicio a través del pago de impuestos. Por otro lado, algunas empresas privadas están interesadas en realizar actividades directas vinculadas a la gestión y manejo de residuos y/o el uso de muchas empresas derivadas, como el reciclaje de materiales y la producción de energía a partir de residuos (Ghiani, G., et al, 2012).

Adicionalmente, Medina-Mijangos y Seguí-Amórtegui (2020) encontraron que cuando se implementa un sistema de gestión de RSU se pueden generar diferentes impactos o consecuencias, que pueden reflejarse como ingresos o costos dependiendo de si las partes involucradas se ven afectadas positiva o negativamente (Medina-Mijangos, R., & Seguí-Amórtegui, L., 2020).

Un factor determinante es el tipo de economía lineal que se implementa actualmente en el mundo, lo que demuestra la insostenibilidad y agotamiento de los recursos

naturales además de las variaciones en la composición y cantidad de los residuos, lo que provoca un aumento en la cantidad de residuos. Esto ha obligado a diseñar estrategias encaminadas a reducir el volumen de residuos generados, fomentando un modelo de economía circular. Ante esto, uno de los objetivos del nuevo paradigma de la economía circular es eliminar o mitigar los residuos a través de diseños que se centren en la minimización de los recursos utilizados en la fabricación y la reducción del balance energético de la producción (Salguero-Puerta, L. et al, 2019) .

De acuerdo con MacArthur, E. (2013) las empresas recolectan y extraen materiales, los usan para fabricar un producto y venden el producto a un consumidor, quien luego lo descarta cuando ya no sirve para su propósito. De hecho, esto es más cierto ahora que nunca: en términos de volumen, unos 65 000 millones de toneladas de materias primas entraron en el sistema económico en 2010, y se espera que esta cifra aumente a unos 82 000 millones de toneladas en 2020 (MacArthur, 2013).

2.9.2 Económica Circular

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) es uno de los principales problemas del mundo, ocasionado desde su generación hasta su tratamiento y disposición final, no obstante, también es una fuente potencial importante de recursos para la economía circular (Calabro, SP. & Satira, A., 2020).

La Economía Circular es una de las nociones más comentadas, explicadas y referidas en múltiples campos, tanto académicos como institucionales y sociales, de los últimos tiempos en la búsqueda de nuevas soluciones que vayan en el camino de generar un entorno social, económico y medioambiental caracterizado por la sostenibilidad, actualmente, está presentando un crecimiento acelerado en su implementación (Cosme Da Costa Pimenta, 2022).

Siendo este implementado por muchos países y empresas (MacArthur, 2013); la implementación de la economía circular está vinculada a una serie de ventajas, permitiendo un crecimiento económico de la mano con la sostenibilidad ambiental

logrando así la vinculación con la Agenda 2030 en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible.

2.9.3 Transición del modelo de economía lineal a la economía circular

El concepto de economía circular se basa en los fundamentos de la escuela de pensamiento ecológico y propone un cambio al paradigma de “reducir, reutilizar y reciclar”. Esto se basa en una transformación más profunda y duradera, que permite reducir el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. Por tanto, este modelo otorga a los residuos un papel preponderante y se basa en la reutilización inteligente de los residuos, ya sean de carácter orgánico y/o tecnológico, en un modelo cíclico que imita y conecta con la naturaleza (Lett, LA., 2014).

El modelo de economía circular avanza hacia un nuevo paradigma, con una nueva forma de hacer productos que incluye tanto su origen como su diseño y permite hacer negocios basados en el crecimiento económico de la sociedad, la sostenibilidad ambiental y la reducción del riesgo frente a la volatilidad y la incertidumbre. de los costes de las materias primas y los recursos energéticos (MacArthur, 2013). Según Iqbal et al. (2020), los conceptos de sostenibilidad y economía circular han avanzado en el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos desde la disposición básica hasta el reciclaje y la recuperación de recursos (Iqbal, A., et al, 2020).

El análisis del ciclo de vida es una técnica que ha sido ampliamente utilizada para analizar el sistema de gestión de RSU; por lo tanto, el análisis realizado revela que la integración de tecnologías de reciclaje, tratamiento y disposición es la estrategia más adecuada. La elección de tecnologías y su desempeño depende del contexto tecnológico y socioeconómico de la región estudiada. Para fomentar la transición de una economía lineal a una circular, se deben considerar los siguientes pasos: reutilización, reciclaje, recuperación y prevención. Sin embargo, la prevención es el paso más importante del nuevo paradigma (Iqbal, A., et al, 2020), (Arıkan, E., et al, 2017). En la figura 6 se muestra la transición del modelo lineal a uno circular.

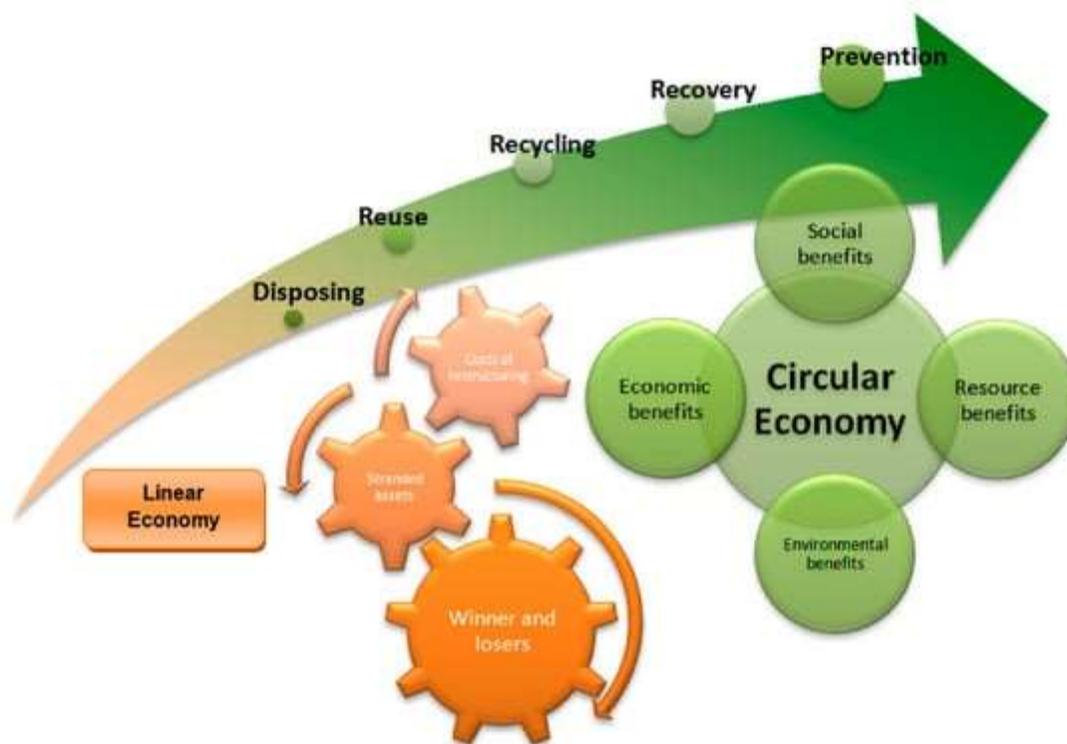


Figura 6. Transición de un modelo de economía lineal a circular (Salguero-Puerta, L. et al, 2019)

Actualmente para la búsqueda de soluciones innovadoras en los desafíos ambientales, la inteligencia artificial (IA) se está convirtiendo en una herramienta capaz de optimizar procesos que impulsaran la transición a una economía circular eficiente, si nos referimos en un futuro la inteligencia artificial al servicio de la planificación en la gestión de los residuos se postula como promotor desarrollo, ya que se espera que la IA continúe desempeñando un papel clave en la transformación del sector proporcionando soluciones inteligentes, eficientes y sostenibles, por ende, con un enfoque responsable y orientado a la sostenibilidad se ve claramente que la IA, cuenta con un alto potencial para revolucionar la manera en que se gestionan los residuos impulsando la economía hacia un modelo económico circular que preserve o incluso incremente el valor de los mismos sin comprometer la capacidad de los recursos naturales del plantea (Suarez, N., 2023).

Se estima, que la implementación de la IA en los sistemas de gestión de residuos sólidos se presenta como una oportunidad de los distintos niveles, desde la

reducción de los costos operativos, el estímulo de la innovación tecnológica, la apertura de nuevos mercados con oportunidades de negocio bajo un esquema de economía circular (Suarez, N., 2023).

2.9.4 Economía circular y residuos sólidos urbanos

Según Tisserant A. (2017), el concepto de economía circular tiene como objetivo extender la vida útil de los materiales mediante la promoción del reciclaje para maximizar su uso en términos de entrada de recursos y al mismo tiempo reducir los impactos ambientales y el uso de recursos. Este concepto también está estrechamente relacionado con las 3R (reducir, reciclar y reutilizar) (Tisserant, A., et al, 2017).

También es interesante mencionar que la Comisión Europea ha adoptado recientemente un Plan de Acción de Economía Circular. Este plan presenta un conjunto de iniciativas interrelacionadas para establecer un marco de políticas de productos sólido y coherente que hará que los productos, servicios y modelos comerciales sostenibles sean más sostenibles. Los patrones de consumo deben transformarse para que, en primer lugar, no se produzcan residuos; sin embargo, este es un proceso que se implementará progresivamente. Europa no logrará un cambio actuando sola. Se espera que la Unión Europea lidere el camino hacia una economía circular en todo el mundo, haciendo uso de su influencia, experiencia y recursos financieros para implementar los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030. Adicionalmente, entre 2012 y 2018, en el marco de la economía circular, hay un aumento en el número de puestos de trabajo del 5%. Se espera que la circularidad tenga un efecto positivo en la creación de empleo para la sociedad, considerando que las habilidades requeridas por la transición verde están disponibles actualmente (Comisión Europea, 2011).

Según Salguero-Puerta et al. (2019), actualmente la gestión de residuos se realiza en el siguiente orden: producción, presentación, recolección, transporte y tratamiento. Sin embargo, en los países en desarrollo, el esquema es similar.

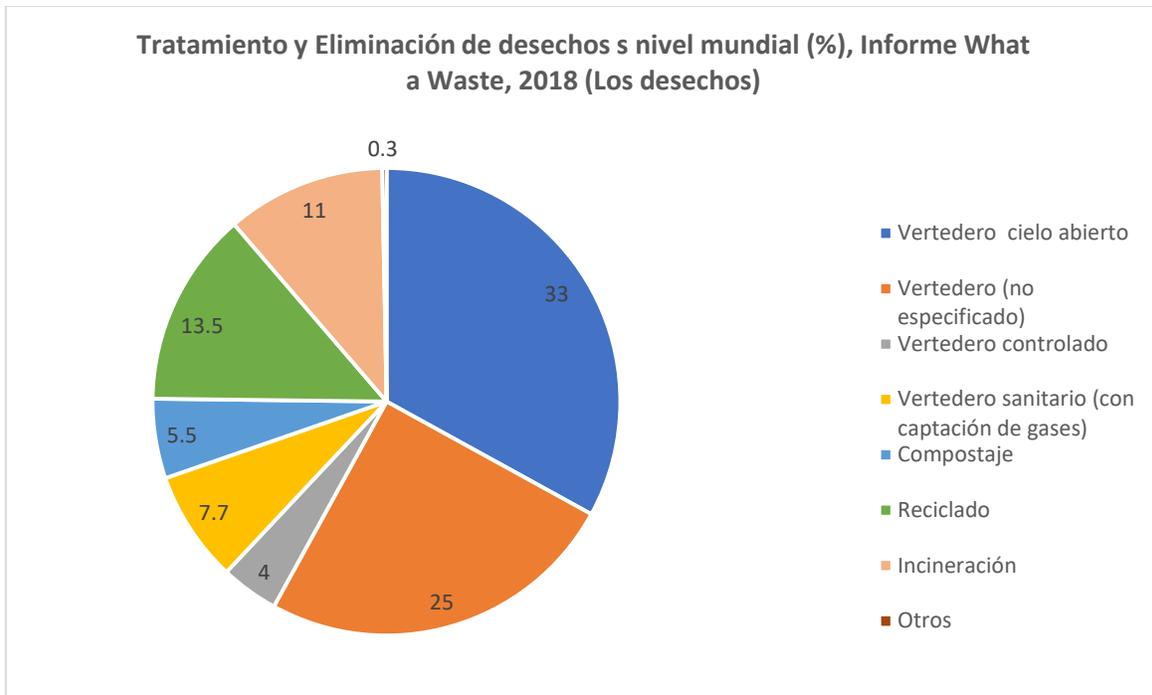
Según Yamunaque et al. (2021), en América Latina, los procesos involucrados en la gestión de residuos sólidos son los siguientes: limpieza, almacenamiento, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final (Lopez-Yamunaque, A., & Iannaconeet, J., 2021).

Sin embargo, Muñoz-Menéndez et al. (2021) detallan que, en diferentes países, el ranking de alternativas se agrupa de la siguiente manera: prevención (prevención y reducción en la fuente), recuperación, reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética (digestión anaerobia, incineración, etc.), y disposición final en vertederos (Lett, LA., 2014) (Muñoz- Menendez, María B. et al., 2021). Además, las tecnologías involucradas afectan los sistemas de producción ya que es necesario producir más con menos recursos; en este sentido, la inclusión de la economía circular es fundamental.

2.10 Objetivos de desarrollo sostenible en la gestión de los residuos sólidos

2.10.1 El manejo de los residuos sólidos para el desarrollo sostenible

Según el Banco Mundial, para el año 2025 se estima que los residuos sólidos urbanos generados en las zonas urbanas alcanzarán los 6,1 millones de toneladas por día, y la disposición de los residuos sólidos urbanos se habrá convertido en un desafío al que se enfrentan los países de todo el mundo, no obstante el tratamiento y eliminación adecuada de los desechos son un terreno casi exclusivamente de los países de ingresos altos y mediano, donde en los países de bajos ingresos el 93% de los desechos se quema o se tira en caminos, campos abiertos o vías fluviales en comparación con solo el 2% en los países de ingreso alto. Se estima que el tratamiento y eliminación de los desechos a nivel mundial comprende los siguientes: Vertederos a Cielo abierto (33%), Vertederos No especificados (25%), Reciclado (13.5%), Incineración (11%) Vertedero sanitario con captación de gases (7.7%) Compostaje (5.5%) Vertedero Controlado (4%) y otros (0.3%) (ver gráfica 15) (Banco Mundial, 2018).



Gráfica 15. Tratamiento y Eliminación de desechos s nivel mundial (%), Informe What a Waste, 2018

De acuerdo a Abis, M. et al (2020), actualmente, se han identificado algunos tipos de tratamiento de residuos sólidos urbanos, que son principalmente el vertido, el tratamiento térmico y el reciclaje (Abis, M., Bruno, M., et al, 2020); entre ellos, la Unión Europea se centra principalmente en el reciclaje (48 %), los vertederos son utilizados por Estados Unidos e India (54 % y 75 %, respectivamente), y Japón utiliza la incineración con mayor frecuencia (80 %) (Abis, M., Bruno, M., et al, 2020), (European Environment Agency, 2022), (Tyagi, V. K., et al, 2021), (Cho, B. H., et al, 2020).

El reciclaje de alta calidad se basa en la recogida selectiva eficiente de residuos (Petit-Boix, A., & Leipold, S., 2018); acciones importantes en las metas de la Agenda 2030 incluyen el reciclaje (65% para residuos sólidos urbanos, 70% para residuos de construcción y demolición, y 75% para residuos de envases), restricciones a los vertederos (reducción de residuos del 10%), promover la simbiosis industrial y ecodiseño, y dando máxima prioridad a la prevención de residuos, ya que la legislación europea todavía carece de objetivos cuantitativos para la prevención de residuos (Zeller et al, 2019).

Según Iqbal A., *et al* (2020), los conceptos de sostenibilidad y la economía circular han avanzado en el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) desde la eliminación básica hasta el reciclaje y recuperación de recursos. La evaluación del ciclo de vida es la técnica que se ha utilizado ampliamente para analizar el sistema de gestión de RSU, por lo tanto, el análisis efectuado revela que la integración de las tecnologías de reciclaje, tratamiento y eliminación es la estrategia más adecuada. La elección de tecnologías y su rendimiento, sin embargo, depende del contexto tecnológico y socioeconómico de la región estudiada (Iqbal, A., *et al*, 2020).

2.10.2 Residuos sólidos urbanos y Objetivos de Desarrollo Sostenible

Al referirnos a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), hablamos de su representación como el mayor consenso a nivel mundial que fueron acordado en el año 2015, donde se representa en 17 ODS, y con una visión transformadora hacia una sostenibilidad económica, social y ambiental, (Naciones Unidas, 2022) y relacionada de manera estrecha con la filosofía de un modelo de responsabilidad social compartida (De León Gonzalez, R. , 2015),

Otro aspecto importante es la responsabilidad extendida del productor busca ampliar la responsabilidad de los fabricantes a todo el ciclo de vida de sus productos, incluyendo la devolución, el reciclaje y la eliminación definitiva, con el entendido de que, si las productoras tienen que cubrir los costos ambientales de sus productos, rediseñarán esos productos y sus envases para facilitar el reciclaje y minimizar el contenido desechable (Talbot, T. *et al*, 2022).

Ahora bien, los residuos sólidos con los ODS tienen una alta relación, sin embargo, específicamente se relacionan con los ODS 6. Agua limpia y Saneamiento, 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles, 12 Producción y consumo responsable, 14 Vida Submarina; es importante ver que los residuos sólidos desde el esquema de responsabilidad social compartida y responsabilidad extendida del productor, buscan la vinculación del sector público, sector privado, aliados estratégicos y la sociedad civil, y consecuentemente se lograra una interrelación entre los diferentes actores, en la gestión de los residuos sólidos y los objetivos de desarrollo sostenible,

viendo a los residuos sólidos no como un desafío, sino como una oportunidad, que permita el aprovechamiento de los recursos y extendiendo su vida útil a través de la implementación de programas de valorización y reciclaje.

De acuerdo a lo establecido en la Agenda 2030, los ODS que se relacionan directamente con la gestión de residuos, son los siguientes: “el acceso a los servicios básicos (Meta 1.4), la eliminación de los vertidos para mejorar la calidad del agua (Meta 6.3.), la gestión de los residuos sólidos municipales (Meta 11.6), el desperdicio de alimentos (Meta 12.3), los productos químicos y los residuos peligrosos, incluidos los residuos electrónicos (Meta 12.4), el reciclaje (Meta 12.5) y los detritos marinos (14.1). Asimismo, dos objetivos estrechamente relacionados entre sí se ocupan del consumo de materiales domésticos y de la huella de los materiales (8.4 y 12.2). Por consiguiente, una gestión sostenible de los residuos puede contribuir al logro de varios objetivos de desarrollo sostenible” (ONU-HABITAT, 2022).

2.11 Modelos de gestión de residuos sólidos a nivel mundial

Una de las estrategias más difundida y conocida es la denominada “Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos” (*Cointreau-Levine, S., 2001*), considerado como un modelo que se intenta implementar a nivel mundial como la ruta económica, técnica, socialmente aceptable y sustentable de más fácil disponibilidad (*McDougall, F., et al, 2001*).

En este sentido, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, es un desafío para la población mundial, desde los tomadores de decisiones hasta la población que se sirve de este servicio público, tradicionalmente un sistema se ha integrado por cuatro (4) componentes básicos que son la generación, recolección, transporte y disposición final, no obstante, Riveros Celis, R., 2015, no considera el almacenamiento como una de las etapas de la GIRS, otros autores como Jiménez, N., 2017, toma en cuenta la valorización de los residuos y Niezwida, S. et al, 2023, propone un modelo de GIRSU centrándose en el principio de la recolección diferenciada y aplicando un modelo de aprovechamiento sustentable.



Figura 7. Esquema tradicional de un sistema de recolección
Fuente: (Riveros Celis, R., 2015)

Para el año 2001, según Van de Klundert y Anschutz, definió un modelo que se centra en tres (3) dimensiones **a) Partes Interesadas** (stakeholders), **b) los elementos del sistema de manejo** (desde su producción hasta su tratamiento y disposición final) y **c) aspectos del sistema** (factores ambientales, políticos-legales, socioculturales, financieros, económicos y técnicos). Donde la “Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos”, considera como punto de partida los principios básicos de equidad, eficacia, eficiencia y sustentabilidad (ver figura 8) (Jiménez, N., 2017).

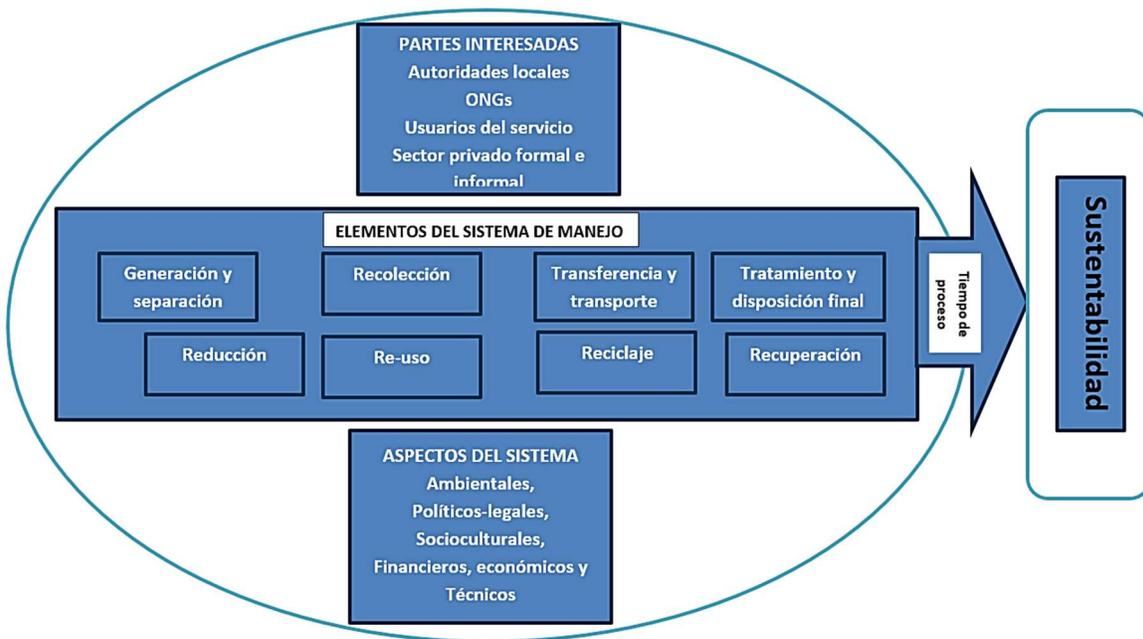


Figura 8. El modelo de gestión integral de residuos sólidos urbanos, según Van de Klundert y Anschutz, 2001

El modelo de sustentabilidad establece un diferencia entre gestión y manejo, donde la Gestión integral de residuos es más de lo desarrollado en el sistema como tal, ya que incorpora las “acciones normativas, operativas, financieras y de planificación

que una administración municipal puede desarrollar, basándose en criterios sanitarios, ambientales y económicos para recolectar, tratar y depositar los residuos sólidos de su ciudad” (GTZ & COMIA, 2003), en cambio, el manejo integral de los residuos sólidos es el conjunto de actividades relacionadas con el ciclo de vida de los residuos, donde comúnmente se le llama “desde la cuna hasta la tumba”, centrado en un proceso de cinco (5) etapas: recolección, transporte, valorización, tratamiento y disposición final (Jiménez, N., 2017).

Sigue detallando Jiménez, N. 2017, que el modelo de gestión integral permite la promoción de una solución desde varios aspectos como técnicamente apropiada, económicamente viable y socialmente aceptable, no obstante, considerando lo complejo que es la transición de un modelo tradicional a un modelo de manejo integral de los residuos sólidos, involucra la utilización de tecnologías complejas, lo que lleva a decir, que este modelo de gestión integral se trata de un “modelo intensivo en capital”, por lo que, la generación de una estrategia de política pública va encaminada a proteger la salud de la población, protección y conservación ambiental, desarrollar la sustentabilidad y permitir la productividad económica. Por otro lado, las autoridades locales en colaboración con el sector público y privado deben adoptar de manera fehaciente los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos para brindar un servicio público eficaz y eficiente (Karak, Tanmoy, R. M., et al, 2012).

Un modelo de gestión de residuos sólidos debe permitir la incorporación de cada uno de los instrumentos técnicos, ambientales, legales y sociales, desde la implementación del marco jurídico, ordenamiento territorial, gestión ambiental hasta la participación de la sociedad en cada una de las etapas de la gestión (Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L., 2016).

Los modelos de gestión se definen por una serie de fracciones de residuos, desde la recolección separada, combinada y el tratamiento que se le brinda a los residuos sólidos, donde se debe respetar el principio de jerarquía o el orden en que se debe realizar la gestión desde su generación hasta su disposición final (Gobierno de España, 2024)

En relación con este tema la (Diputación de Toledo, España, 2022) para el ámbito territorial de Castilla-La Mancha y las Entidades Locales, establecieron en su Plan Autonómico de Gestión de residuos sólidos Urbanos (2009-2019) un Modelo de Gestión basado en elementos operativos como:

- 1) **La definición de fracciones valorizables de residuos** (materia orgánica, papel, cartón, entre otros).
- 2) **Un sistema de recolección o recogida selectiva** (ubicación de contenedores en aceros, creación de puntos limpios, entre otros).
- 3) **Transporte de residuos mediante vehículos de recogida mecanizada con compactación según el tipo de residuo.**
- 4) **Tratamiento de los residuos de forma adecuada** (incorporando los materiales reciclables a su cadena y los no reciclables puedan ser tratados adecuadamente, por ejemplo, la materia orgánica para compostaje, los residuos irrecuperables-rechazo se depositarán en vertederos controlados).
- 5) Para el **correcto reciclado de los materiales recogidos** se tendrá en cuenta la salida del producto objeto de la recogida, valorándose los criterios de calidad, precio y mercado.
- 6) **Zonificación del territorio** quedando dividido en 8 Áreas de Gestión (AGES) (conjunto de municipios o mancomunidades que poseen un sistema común de tratamiento final de sus residuos urbanos).
- 7) **Centros de tratamiento instalados en cada AGES** y dotados de planta de selección, compostaje y, en su caso, en un vertedero final para el rechazo de los procesos selectivos.
- 8) **Plantas de transferencia** instaladas en cada AGES, cuyo fin es la optimización del coste de transporte de residuos.

Seguidamente para el 2016, en la Ciudad de Holguín, Cuba se realizó un estudio liderado por Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L., donde establece que un modelo conceptual para el ordenamiento de los residuos sólidos domiciliarios, debe incorporar el enfoque participativo, teniendo como finalidad mejorar la calidad técnica de las decisiones y validarlas legalmente, en este sentido, para definir el

modelo de la Ciudad, se evalúa su relación entre la estructura urbana y el fundamento natural donde está establecida no dejando de lado la estabilidad de los componentes naturales y su impacto (sea positivo o negativo) en relación al patrón del uso urbano de la ciudad.

Continua, detallando Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L., 2016, que el proceso de definición del **modelo** se fundamenta en **tres (3) etapas fundamentales: Diagnóstico, Planificar y Controlar**, incorporando los actores locales como elementos particulares desde su participación asegurando la acción como tal (ver figura 9).

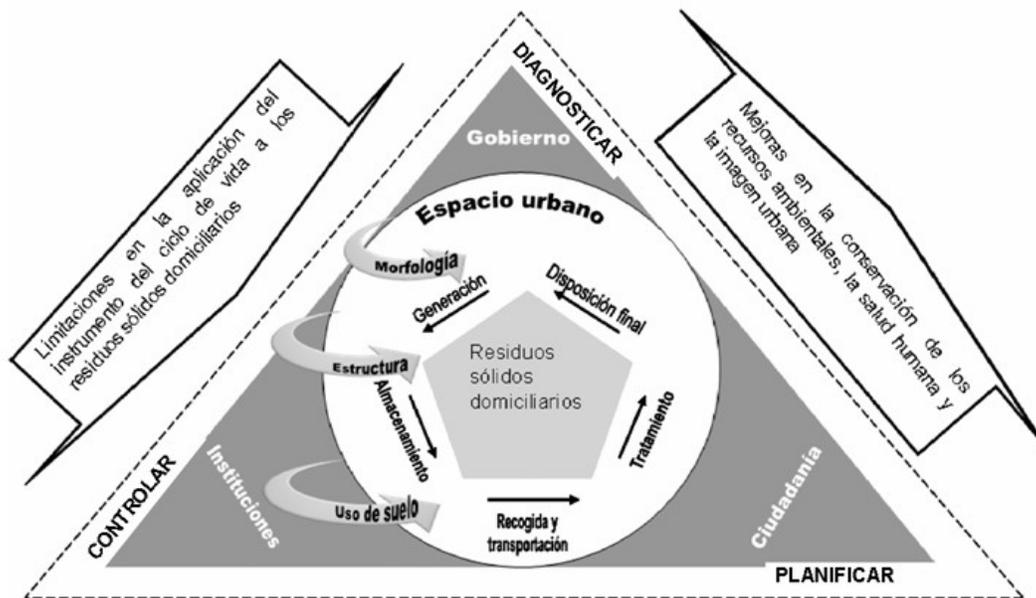


Figura 9. Modelo de Gestión de Residuos Sólidos de la Ciudad de Holguín, Cuba
Fuente: Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L., 2016

Para el caso de la Área Metropolitana de Barcelona AMB y el Área metropolitana de Viena AMV, se desarrolló un modelo de gestión integral de RSU que contempla cuatro ámbitos cultural, ambiental, urbano y normativo (ver figura 10) (Riveros Celis, R., 2015).

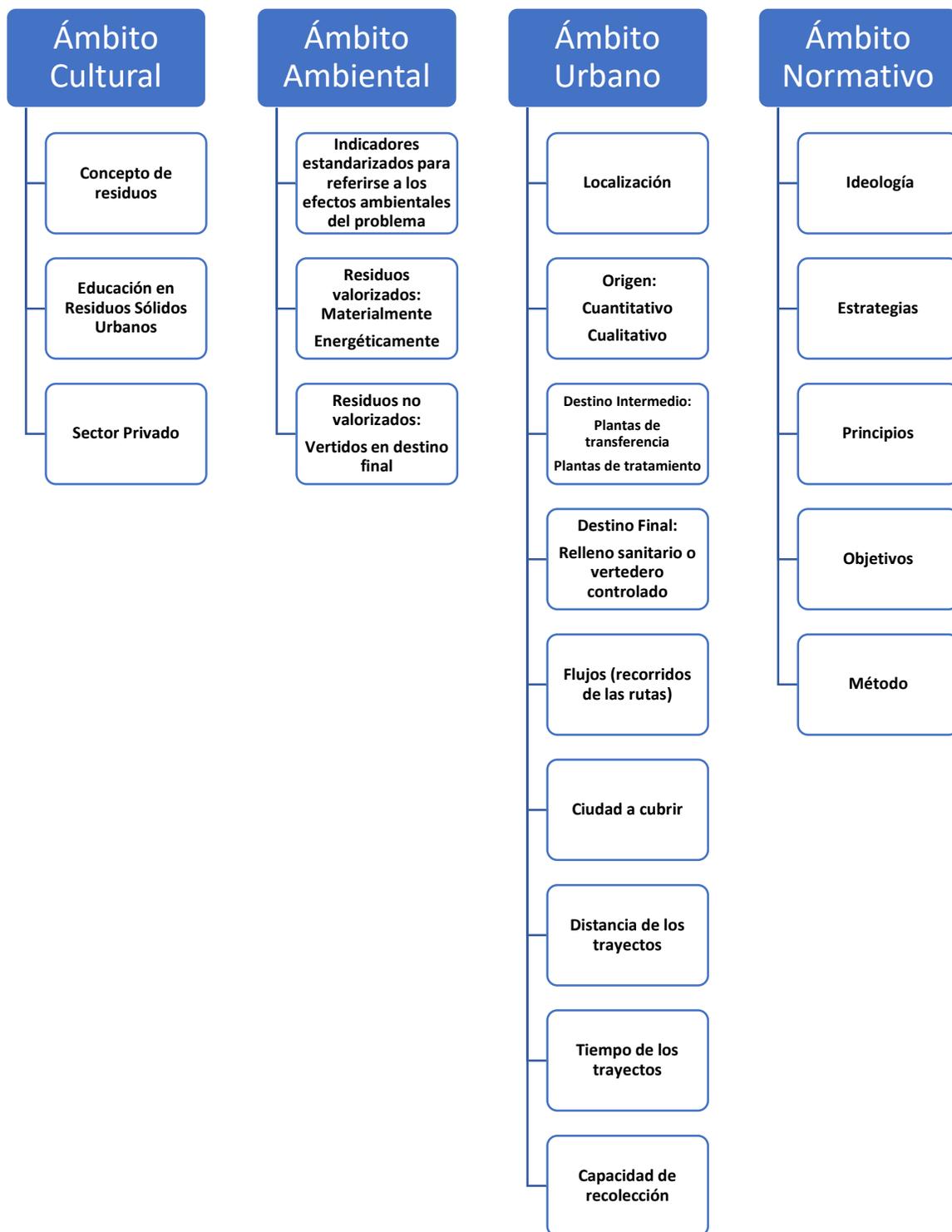


Figura 10. Desarrollo de los cuatro ámbitos de un modelo de gestión integral de RSU: Áreas Metropolitanas de Barcelona y Viena
Fuente: (Riveros Celis, R., 2015)

En países como Estados Unidos, es un caso ejemplo donde existen lineamientos vinculados a la economía circular, específicamente se realizan mediante el principio de recolección diferenciada y reciclaje, o básicamente un modelo regulado mediante los medios legales, en este ejemplo los fabricantes de papel tienen derecho a “prestamos preferenciales que se utilizan para modernizar la producción y aumentar el reciclaje”, además Alemania, se rige bajo el principio de “devolución” responsabilizando al fabricante de desechar sus productos, después de que estos pierdan sus propiedades de consumo, centrada en el pago de un valor económico en un supermercado por realizar la revolución por parte del consumidor final (Niezwida, S. et al, 2023).

Continúa detallando, Niezwida, S. et al, 2023 que para la República de Argentina se estima una generación de 1.15 kg de residuos por día, lo que se observa que año con año está en aumento, en consecuencia, la población de algunas provincias como Buenos Aires, han desarrollado acciones como la aplicación de un modelo de zonificación por cooperativas, donde los ciudadanos recolectan los materiales reciclables de su zona o sector, esta iniciativa respeta el marco legal del país que establece a “cada municipio como el organismo encargado de la gestión de RSU que se genera en su territorio”, además, los residuos que no son valorizables son depositados en rellenos sanitarios, actividad indicada por el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), no obstante, en el la mayoría de los municipios la gestión integral de los residuos urbanos es su responsabilidad, y mayormente la disposición de los residuos sólidos la realizan en basurales a cielo abierto.

Por otra parte, Niezwida, S. et al, 2023, propone un modelo de GIRSU que busca “ayudar a la toma de decisiones de diseño y de dirección de operaciones relativas a la recogida de residuos urbanos en un municipio” denominado SIRUS (Sistema Integrado de Recogida Urbana Selectiva), centrandose en el principio de la recolección diferenciada y aplicando un modelo de aprovechamiento sustentable de buenas prácticas de reciclaje, aplicación de una modelización integral mediante programación lineal que incluye la “generación de desechos, composición, modos de transporte, técnicas de procesamiento, ingresos del procesamiento de desecho”

y que permita la inclusividad a través de la incorporación de recicladores informales y promotores ambientales, este modelo se llama “Reciclaje Inclusivo” Figura 11, esta diseñado para ciudades grandes donde intervienen actores que incluyen a la academia, el estado, la sociedad y las empresas en conjunto (ver figura 11).

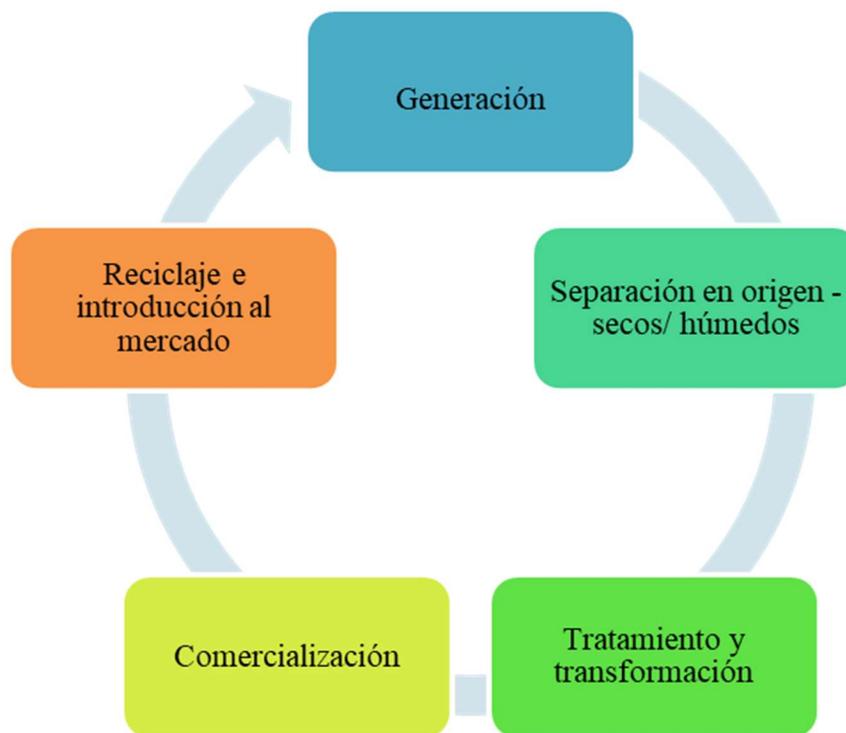


Figura 11. Modelo de gestión “reciclaje inclusivo” para residuos

Fuente: Niezwida, S. et al, 2023

En Honduras, específicamente en la Ciudad de Comayagua, por parte del gobierno local se implementan procesos de creación de organizaciones comunitarias llamados “Comites Ambientales Locales”, teniendo como función una diversidad de actividades para lograr un entorno saludable de su comunidad, dentro de las acciones que se desarrollan están operativos de limpieza, procesos de capacitación en la GIRSU, formación de emprendimientos de reciclaje, entre otros. Un ejemplo claro, es el caso de la Colonia Valladolid, una localidad del municipio de Comayagua, que bajo convenio de cooperación suscrito entre la Alcaldía Municipal de Comayagua y el Proyecto COPs 4 de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), se inició el proceso de legalización de la Empresa de Servicios Múltiples ECOGRESVA (Ecogestiones de Residuos Sólidos la Valladolid), la que se

dedica a la recolección de los residuos sólidos de su comunidad, esta recolección se realiza bajo dos condiciones, si el usuario separa los residuos al momento de la recolección no pagan ningún valor económico, en cambio, si entrega los residuos sin separar, debe pagar una tasa por ese servicio, la empresa tiene más de un (1) año de estar en funcionamiento aproximadamente, los residuos con valor comercial son recuperados y comercializados por la empresa, es importante mencionar que la participación de los gobiernos locales en este tipo de procesos y el apoyo de la cooperación a través de proyectos que buscan mejorar la condiciones ambientales de algunas regiones, es determinante para formentar las buenas prácticas ambientales en la GIRS.

Finalmente, podemos mencionar de manera general que un modelo de gestión de residuos sólidos urbanos, está definido por factores económicos, técnicos, ambientales y sociales, sin dejar de lado las tecnologías disponibles, las buenas prácticas ambientales y la normativa, ya que cada uno de ellos incide de manera permanente para un buen funcionamiento, no obstante, cada modelo de GIRSU dependerá de la capacidad de funcionamiento y desempeño de cada municipio, donde les permitirá la identificación y la aplicación de las etapas de gestión, como por ejemplo la separación en la fuente, recuperación y reciclaje, recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

3 Objetivos

Objetivo general

Conocer mediante un diagnóstico la situación de la gestión de los residuos sólidos de Honduras, para permitir la generación de un modelo de gestión y su evaluación a través de indicadores mediante la participación de los actores locales.

Objetivos específicos

1. Describir la situación actual de los aspectos técnico-operativos, legal-institucionales, económicos y social ambientales de la gestión de los residuos sólidos municipales en Honduras.

2. Definir un modelo de gestión que permita la implementación de buenas prácticas y mejores tecnologías disponibles para la gestión de los residuos sólidos en Honduras.
3. Seleccionar y/o diseñar los criterios y/o indicadores requeridos para evaluar la gestión de los residuos sólidos municipales y su grado de sostenibilidad en aspectos técnico-operativos, legal-institucionales, económicos y social ambientales.

4 Metodología

El enfoque de la investigación es de **carácter mixto**, ya que implicó la recolección de datos cualitativos y cuantitativos, es decir, la investigación a través del Método Mixto, “representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio” (Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, P., 2018).

Seguidamente, definiendo un **alcance descriptivo**, que de acuerdo con (Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, P., 2018) estos estudios pretenden especificar de manera objetiva las propiedades, características y perfiles del objeto en estudio que se someta a un análisis. Concebido como un **estudio transversal-simultáneo de complementación de datos**, donde definimos un periodo de tiempo dado para la recolección de la información, descrito las características de la población en estudio analizando la interrelación de sus características y evaluando la situación en el periodo de tiempo seleccionado. En este sentido, el diseño contempla una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos (documentos técnicos y legales existentes), seguido de la obtención de datos específicos a través de la aplicación de instrumentos de investigación (cuestionarios) analizando datos cuantitativos (generación per cápita de residuos sólidos, costos de recolección, etc.), por ende, considerando la magnitud y la relación de los datos a requerir durante la investigación se determina un **diseño**

exploratorio secuencial, “debido a que este requiere el desarrollo de un instrumento estandarizado para disponer de ellas en un ámbito determinado” (Sampieri, 2014). Puntualmente, para el desarrollo del diagnóstico, se contempló el diseño y aplicación de un cuestionario (técnico-social) que fue aplicado a la población que forma parte del sistema de gestión de los residuos sólidos y a técnicos municipales, tomando datos cualitativos y cuantitativos de manera simultánea.



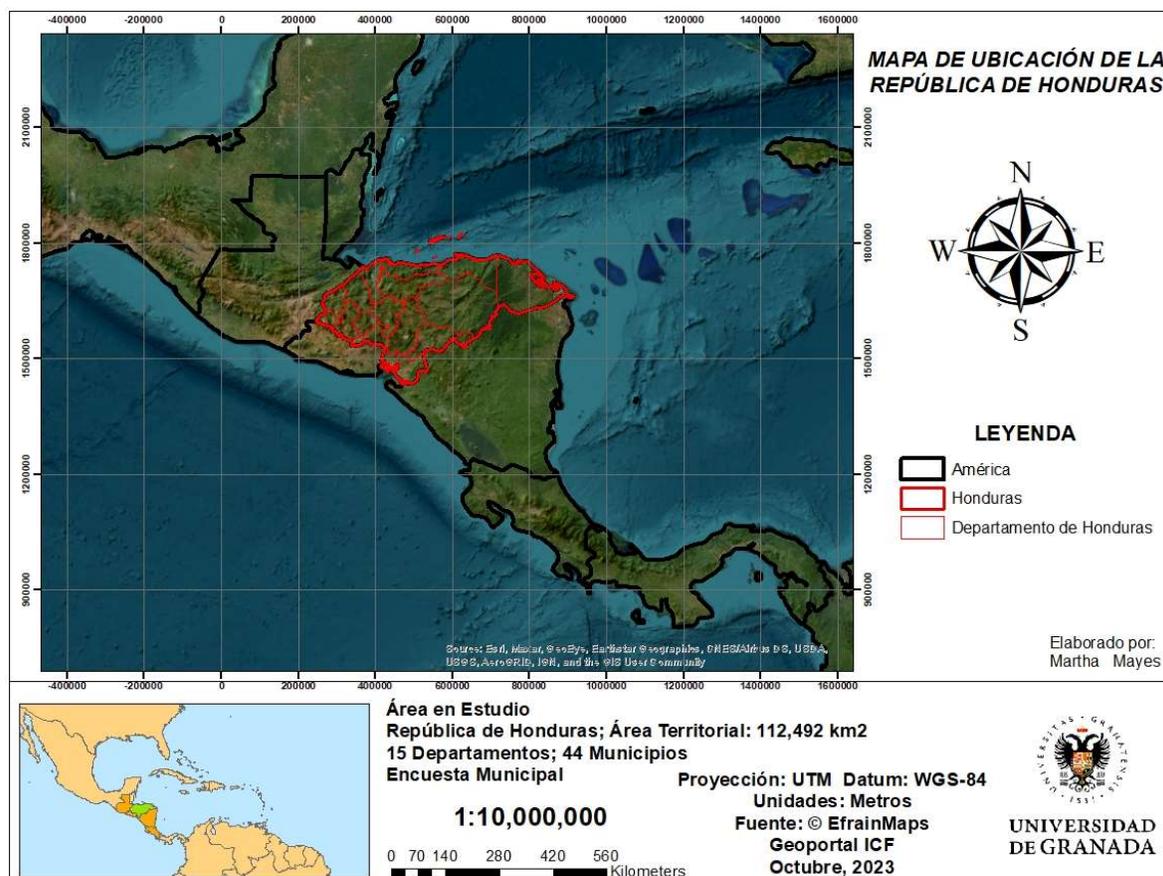
Figura 12. Proceso metodológico del estudio

4.1 Descripción de la zona de estudio

4.1.1 Características generales de la zona de estudio

La República de Honduras es el segundo país más grande de la región, cuenta con un área de 112,492 km², situada en el Centro del istmo centroamericano, limita al oeste con Guatemala (340 km) y El Salvador (356,5 km), al norte con el Mar Caribe (650 km), al este con Nicaragua (575 km) y al sur con el Océano Pacífico (65 km). Su capital es la ciudad de Tegucigalpa; es el país más montañoso de Centroamérica, con dos terceras partes del territorio por encima de los trescientos metros de altitud.

La república de Honduras cuenta con 18 de departamentos distribuidos en 298 municipios.



Mapa 1. Ubicación de la República de Honduras

Población

Según datos (INE, 2023), la población para el año 2023 se estimaba en 9,745,149 millones de habitantes, no obstante, las proyecciones para el año 2030 estiman un aumento del 9% equivalente a una proyección de la población de 10,766,670 habitantes.

En términos generales, la generación de residuos sólidos presentara un aumento exponencial, considerando la proyección de estimación del INE, en este sentido según (CNP+LIMPIA, 2016), la generación de residuos per cápita es de 0.61kg/hab/día para el año 2016, y aplicando este valor, de acuerdo con la población año el 2023 se estimó una generación de 5,944.9 ton/día y para el 2030 se proyecta 6.567.7 ton/día, mostrando un aumento de 9.5%.

Actividades económicas

Según el Manual Nacional la Clasificación de Actividades Económicas de Honduras, presentan una desagregación de las actividades económicas desarrolladas por sectores nacionales y responden a las necesidades de identificar las nuevas actividades en el país, así como estandarizar el uso de este entre los diferentes sectores (INE, et al, 2019), a continuación, se describen:

- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca,
- Explotación de minas y canteras,
- Industrias manufactureras,
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado,
- Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación,
- Construcción,
- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas,
- Transporte y almacenamiento,
- Actividades de alojamiento y de servicio de comidas,
- Información y comunicaciones,
- Actividades financieras y de seguros,
- Actividades inmobiliarias,
- Actividades profesionales, científicas y técnicas,

- Actividades de servicios administrativos y de apoyo,
- Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria,
- Enseñanza
- Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social,
- Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas,
- Otras actividades de servicios,
- Actividades de los hogares como empleadores y actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio,
- Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales.

No obstante, las actividades principales de Honduras se basan primordialmente en la agricultura, a través de la obtención de productos de exportación: caña de azúcar, café, banano, palma africana, entre otros.

Índice de pobreza

Según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras para el año 2023, se reflejan un logro significativo con una disminución del 9.5% de la pobreza en los hogares hondureños en comparación al año 2021, por ende, el indicador de pobreza en 2021 fue de 73.6% y en el 2023 se sitúa en 64.1%. Mientras que la pobreza extrema en los hogares a nivel nacional, esta pasó de 53.7% en el 2021 a un 41.5% en el 2023. (INE, 2023).

4.2 Planteamiento del problema

Honduras se encuentra ubicado en el corazón de Centro América, cuenta con 18 departamentos distribuidos en 298 municipios. Es representado por 298 alcaldías municipales y de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística para el año 2023 se cuenta una población de 9.7 millones de habitantes. En este sentido, la gestión de los residuos sólidos se presenta como un desafío para el país, y de acuerdo a su generación sigue aumentando de manera exponencial, Institucionalmente, se establece que la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente es la rectora en el tema de la Gestión de los residuos sólidos, seguido de las alcaldías municipales quienes son las gestoras directas de los residuos sólidos urbanos en cada uno de sus municipios.

Se considera que la gestión y manejo de los residuos sólidos en Honduras, presenta una debilidad marcada, en cada uno de los componentes del sistema desde su generación hasta la disposición final, finalmente la información generada en el país, en términos técnicos se encuentra dispersa, la normativa es insuficiente desde la inexistencia de una Ley General de Residuos, además de la incidencia social, que presenta un marcado desconocimiento e interés por parte de la población en la buena gestión de los residuos sólidos desde su fuente de generación hasta su disposición final.

4.3 Tipo de estudio

La presente investigación es de carácter transversal en el tiempo y lugar determinado (muestreo no probabilístico por conveniencia), descriptiva ya que permite demostrar las relaciones del fenómeno en su estado actual, y cuantitativa, porque permite medir a través de una escala numérica y haciendo uso de datos estadísticos. Además, de considerar lo definido según Cifuentes, Osorio & Morales, 1993; también se considerada como un estudio metódico, sistemático y ordenado con objetivos bien definidos, de datos, documentos escritos, fuentes de información impresas, contenidos y referencias bibliográficas” (Guevara Patiño, 2016).

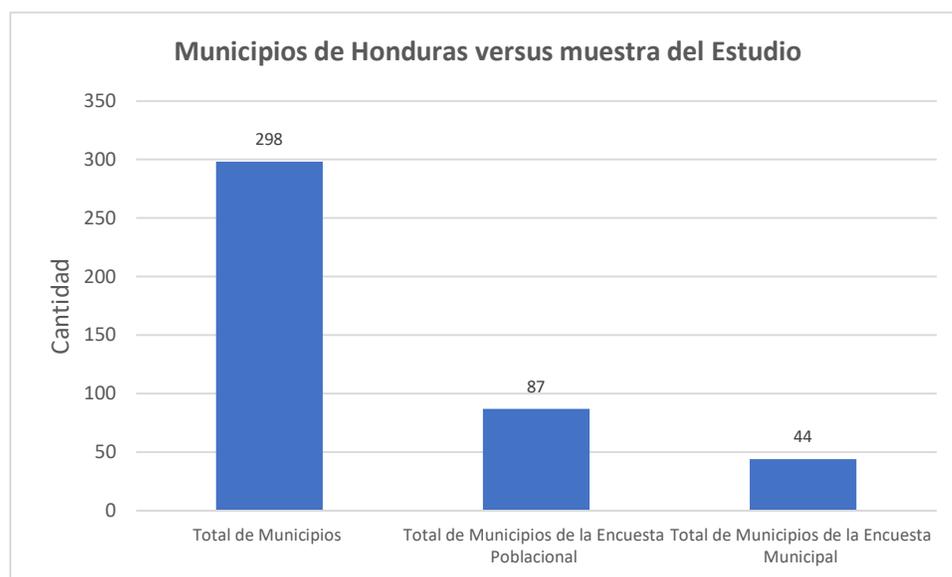
4.4 Población muestra y muestra

Honduras cuenta con 18 departamentos con 298 municipios, para la encuesta poblacional se obtuvo una representación de 87 municipios equivalentes al 29.2% lo que representan una participación de 17 departamentos equivalente a 94% tuvieron algún grado de representación, de estos los de mayor representación son Comayagua (18.39%), Francisco Morazán (11.49%), Cortés y Yoro (8.05%), cabe resaltar que se tuvo una participación máxima de un 18.39% y mínima de un 1.15% de los municipios del país; y la encuesta municipal tuvo representación de 44 municipios representando un 14.7% del total de los municipios, estos distribuidos en una muestra del 83% equivalente a 15 departamentos del país (ver gráfico 16).

Los municipios del departamento de Gracias a Dios, no se encuentran representados en este estudio.

Para esta investigación se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, consecutivamente se determinaron dos tipos de muestras, primera muestra poblacional que se aplicó a un total de 1084 participantes, y la segunda muestra fue dirigida a técnicos municipales, aplicando un total de 44 cuestionarios.

Marca temporal	2021-2022
Unidad de análisis	Municipio



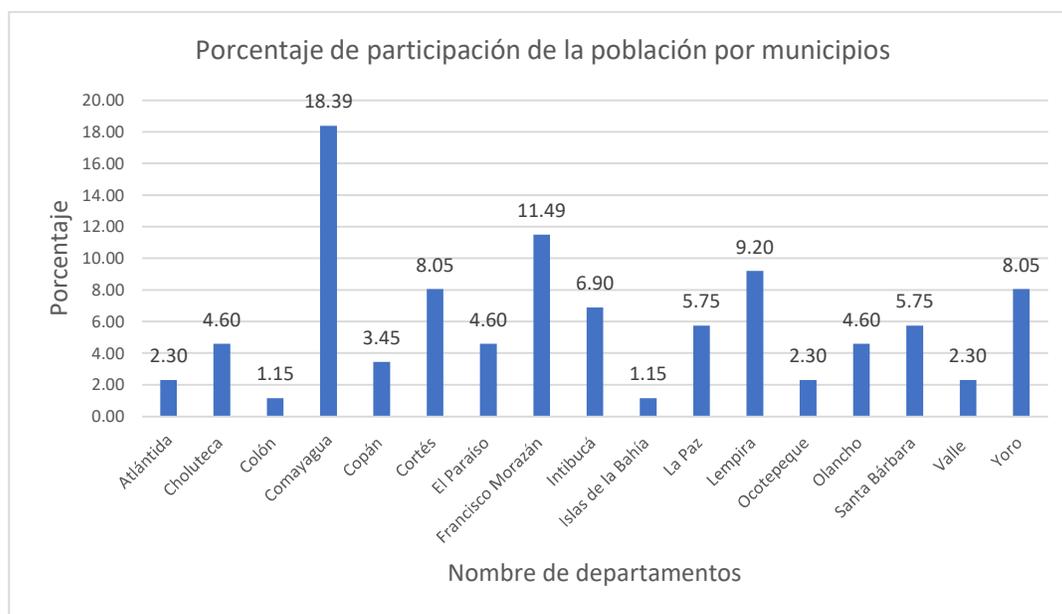
Gráfica 16. Municipios de Honduras versus muestra del estudio

A continuación, se detalla la lista de municipios que participaron en la muestra poblacional:

Tabla 8. Municipios participantes en el estudio "Cuestionario poblacional"

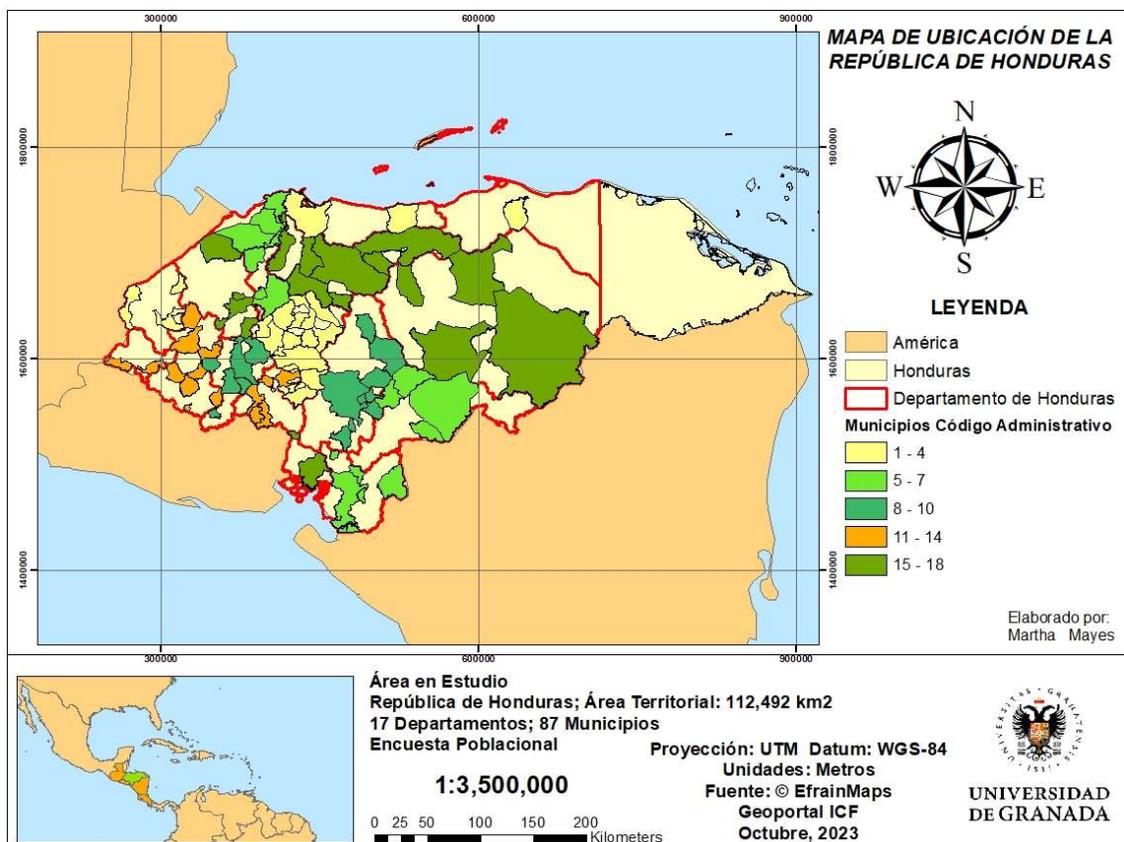
Atlántida	1	Cortés	5	Sabana Grande	San Andrés
La Ceiba		La Lima			Ocotepeque
Tela		San Pedro Sula		Santa Lucia	Ocotepeque
Colón	2	Puerto Cortés		Intibucá	10
Bonito Oriental		Santa Cruz de Yojoa		La Esperanza	Olancho
Comayagua	3	Choloma		Intibucá, Intibucá	15
Ajuterique		Villanueva		Yamaranguila	Catacamas
Lejamaní		San Francisco de Yojoa		Jesús de Otoro	Gualaco
Comayagua		Choluteca	6	San Juan	La Unión
Humuya		Orocuina		Camasca	Juticalpa
Villa de San Antonio		Santa Ana de Yusguare		Islas de la Bahía	Santa Bárbara
San Jerónimo		Choluteca		Roatán	16
					San Pedro Zacapa
					Santa Barbara

La Libertad	San Marcos de Colón	La Paz	12	Gualala		
Siguatepeque	El Paraíso	7	La Paz	El Nispero		
Taulabé	Danlí	Marcala		Quimistán		
San Sebastián	El Paraíso	Santa María	Valle	17		
El Rosario	Morocelí	Santa Ana		Nacaome		
Ojos de Agua	Teupasentí	Cabañas		Caridad		
Meámbar	Francisco Morazán	8	Lempira	13	Yoro	18
Minas de Oro	Distrito Central	Gracias		Sulaco		
Esquías	Cantarranas/San Juan de Flores	Mapulaca		Victoria		
Lamaní	Valle de Ángeles	Santa Cruz		El Progreso		
Copán	4	San Ignacio	Lepaera	Jocón		
Nueva Arcadia, La Entrada	Santa Ana	Belén		Olanchito		
Copán Ruinas	San Buenaventura	San Sebastián		Morazán		
Santa Rosa de Copán	Guaimaca	San Francisco		Yoro		



Gráfica 17. Porcentaje de participación de la población por municipios

Geográficamente los municipios se ubican de la siguiente manera:



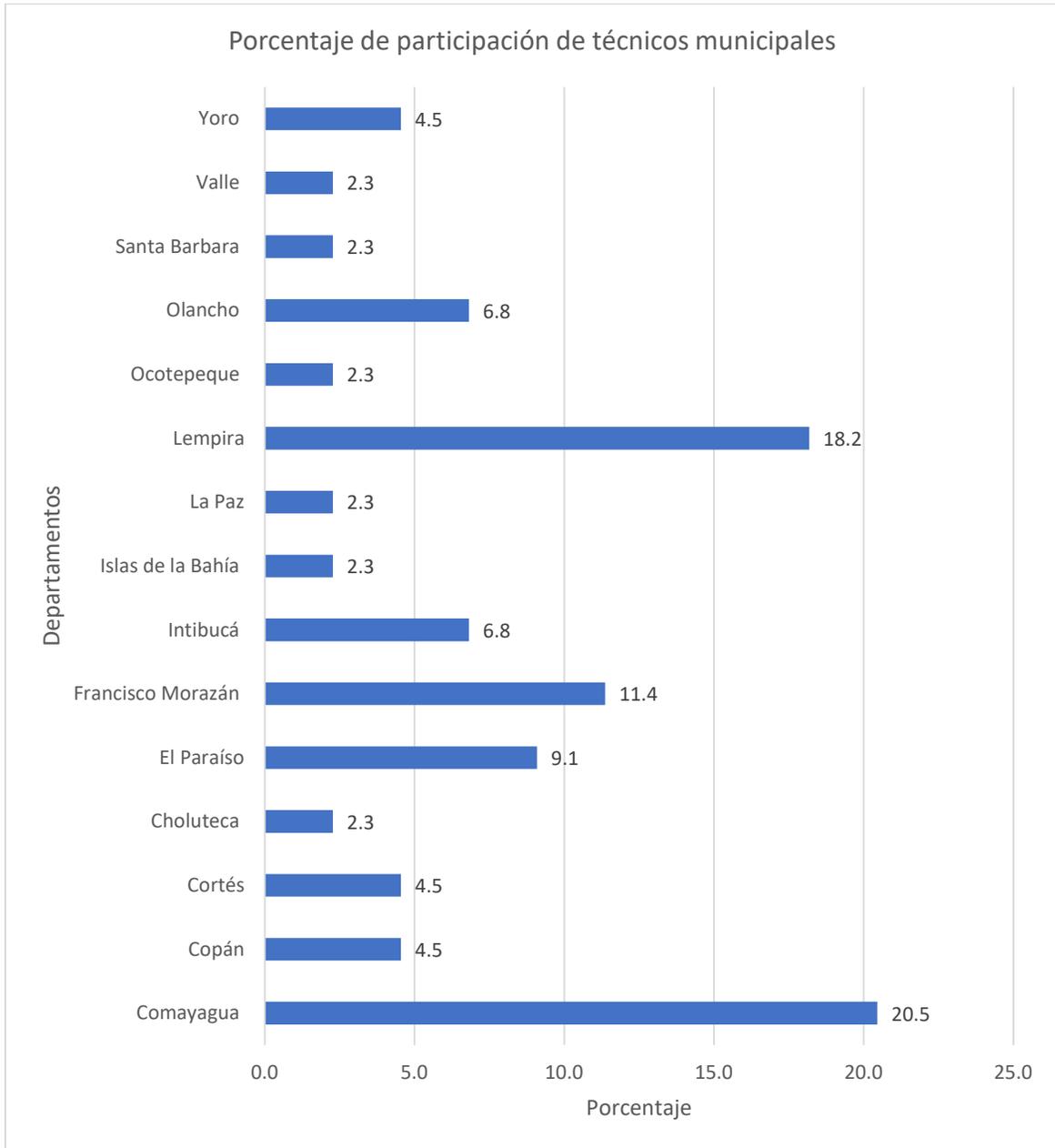
Mapa 2. Representación geográfica de la muestra poblacional del estudio

A continuación, se detalla la lista de municipios que participaron en la muestra municipal:

Tabla 9. Municipios participantes en el estudio "Cuestionario Municipal"

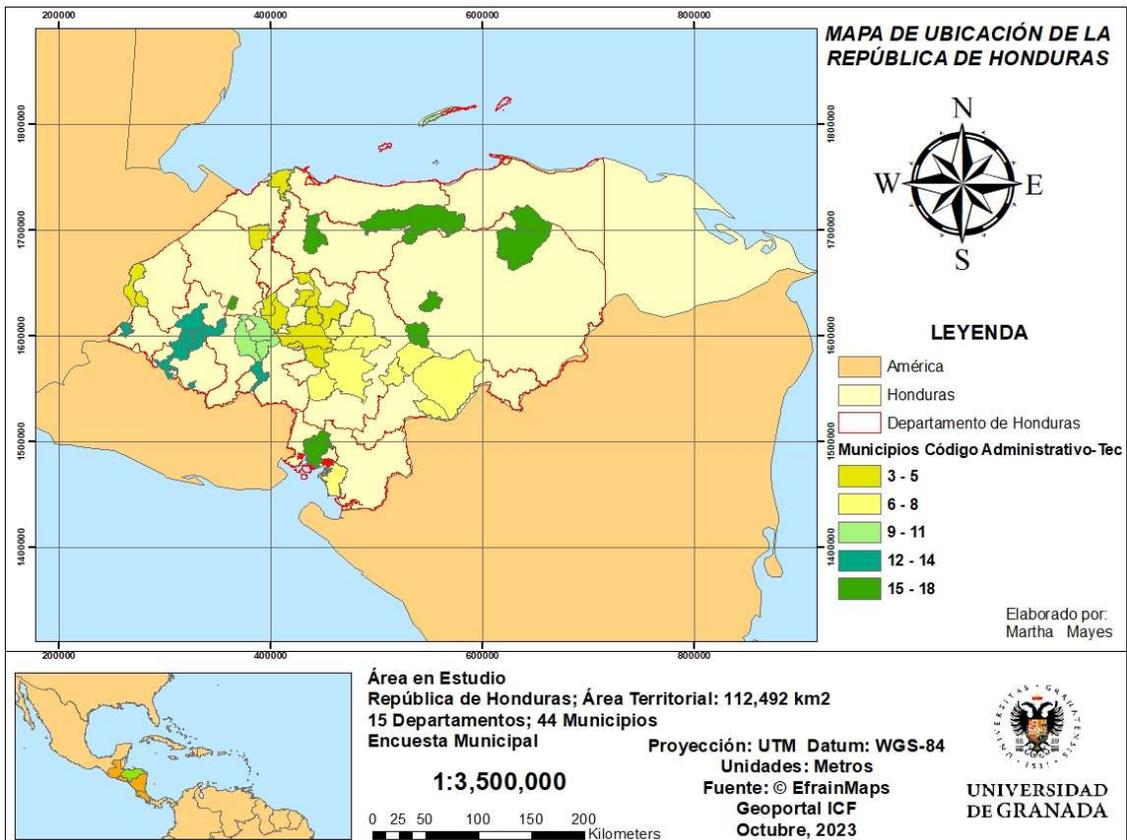
Comayagua	3	El Paraíso	Guarita
La Libertad		Morocelí	San Sebastián
Villa de San Antonio		Teupasentí	San Manuel de Colohete
Esquías		Francisco Morazán	8
San Jerónimo		Vallecillo	Belén
Siguatepeque		Cedros	San Marcos de Caiquín
Taulabé		Lepaterique	Ocotepeque
Comayagua		Distrito Central	Concepción de Ocotepeque
Ajuterique		Talanga	Olancho
Ojos de Agua		Intibucá	10
Copán	4	Masaguara	San Esteban
Cabañas		Intibucá	Silca
Copán Ruinas		Jesús de Otoro	Santa Barbara
Cortés	5	Islas de la Bahía	11
Villanueva		Roatán	Valle
Puerto Cortés		La Paz	12
			Nacaome

Choluteca	6	Marcala	Yoro	18
Marcovia		Lempira	13	Morazán
El Paraíso	7	Gracias		
Danlí		Mapaluca		Olanchito



Gráfica 18. Porcentaje de participación de técnicos municipales

Geográficamente los municipios se ubican de la siguiente manera:



Mapa 3. Representación geográfica de la muestra municipal del estudio

4.5 Instrumento de investigación

Para el desarrollo del estudio se definieron dos poblaciones diferentes, pero relacionadas entre sí, por lo tanto, se desarrollaron dos instrumentos de investigación para cada población, donde el objetivo de la encuesta, fue recuperar información para la elaboración de un diagnóstico sobre la situación actual de la gestión de los residuos sólidos en Honduras, y para ello se aplicó dos cuestionarios, el primero dirigido a la población con una incidencia en 87 municipios representado un 29.2% del total de municipios del país en ellos se aplicó un total de 1084 cuestionarios (la muestra varía de acuerdo a la respuesta de cada pregunta), y el segundo cuestionario se aplicó a técnicos municipales relacionados a la gestión y manejo de los residuos sólidos en aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, en este se trabajó con una muestra de 44 municipios, que representan el 14.7% del total de los 298 municipios del país. La encuesta aborda temas sobre

la prestación del servicio, la disponibilidad de la población en procesos de sensibilización, entre otros, ambos cuestionarios, se desarrollan con el fin de obtener información que permita facilitar la toma oportuna de las decisiones para una buena gobernanza en la gestión de los residuos sólidos del país.

5 Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se desarrollan por tipo de muestra seleccionada (poblacional y municipal), donde se detalla cada uno de los aspectos desde un enfoque técnico, social, ambiental y legal en la gestión de los residuos sólidos municipales.

En esta fase se generó información que forma parte de la Línea base de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos de los municipios, lo que nos permitió conocer la condición en la que se desempeñan los municipios en la GIRSU, y por ende definir modelos de gestión de residuos sólidos que se adapten de manera efectiva en ciudades medianas y pequeñas de Honduras, no obstante, para ello es importante definir esquemas de evaluación que permitan medir el nivel de desempeño de estos modelos, siguiendo el mismo esquema se realizó la aplicación de los Indicadores de referencia ISWM Wasteaware, tomando como referencia el estudio realizado el Estudio “Adaptación de Wasteaware al contexto de un país latinoamericano: evaluación de la gestión de residuos sólidos municipales en Cali, Colombia, 2024”, con similares condiciones a países centro americanos como Honduras, de los cuales se proponen indicadores de acuerdo al modelo de GIRSU para ciudades de Honduras.

Para lograr definir el modelo, se procedió a la revisión de modelos de gestión de residuos sólidos de diferentes países, para determinar cuál modelo se adapta a las condiciones identificadas para países en desarrollo, caso de estudio Honduras.

De manera general, hemos recuperado información específica de la gestión de los residuos sólidos urbanos, centrándonos en los aspectos técnico-operativos, económico-financieros, institucional-legales y social-ambientales. Se tomaron dos muestras diferentes (poblacional y representación municipal), relacionadas entre sí,

donde se obtuvo un 29.2% de representación de 87 municipios en la muestra poblacional y 14.7% de la muestra municipal con 44 municipios.

5.1 Línea base de la situación actual de la gestión de los residuos sólidos de los municipios

5.1.1 Encuesta municipal

En este apartado se detalla cada uno de los procesos y/o controles establecidos de acuerdo al ciclo del manejo de los residuos sólidos, se consideran aspectos técnico-operativos, económico-financieros, institucional-legal y social-ambiental, identificando las diferentes acciones que realizan los gobiernos locales en cada componente, se puede mencionar de manera general actividades de minimización para la reducción en la fuente, el reciclaje y aprovechamiento de residuos orgánicos generados en mercados municipales, procesos de recolección y transporte hasta el sitio de disposición final.

La muestra municipal en la que se centró el estudio consta de 44 municipios, de estos algunos se asocian formando las mancomunidades y surgen para dar solución a una problemática en común entre dos o más municipios, y un tema de interés actualmente es la gestión y manejo de los residuos sólidos.

Las etapas básicas que desarrollan los municipios a) Generación, b) Almacenamiento, c) Barrido y limpieza, d) Recolección y Transporte hasta la e) disposición final; es importante detallar, que la implementación de las etapas de la GRSU depende básicamente del nivel de desarrollo que tienen Los municipios de acuerdo a la Categorización según el Índice de desarrollo Municipal según la Secretaría de Gobernación, Justicia y Descentralización.

El aspecto económico-financiero, se analiza desde el punto de vista de costo de la tarifa por la prestación del servicio de tren de aseo y los costos que incurren en brindar el servicio público, seguido de ello el tema social es altamente vinculante en estas acciones permitiendo conocer el nivel de participación de la población, las acciones de sensibilización que desarrolla la entidad que presta el servicio, y un

factor determinante es el componente ambiental que muestra las condiciones de salud ambiental y el entorno donde reside la población, además del cumplimiento de la normativa para su correcta operación y funcionamiento del sistema como tal. La sostenibilidad financiera del sistema es determinante para que sea eficiente, el tener un análisis de costo versus ingresos es necesario, ya que esto nos muestra si realmente el sistema cumple con su operatividad, esto se refiere a los costos de operación del sistema y la tasa por el servicio prestado que paga la población, en la medida que se pague el servicio no tendría deficiencias, en cambio, al no ser un servicio pagado este incurre en otros activos de los gobiernos locales, volviéndose insostenibles y provocando problemas sociales, ambientales y de salud en el entorno de la localidad donde se presta el servicio.

Institucionalmente la GIRSU, la participación del sector público y su nivel de incidencia en las actividades vinculadas, según la normativa deja claramente que la responsabilidad del manejo y gestión de los residuos sólidos comunes es de las municipalidades con asistencia técnica de las dependencias de la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), en cuanto a participación la mayor incidencias son las Alcaldías Municipales, la Secretaria de Educación (Centros educativos públicos), la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), entre otras.

En términos legales, la República de Honduras *no cuenta con una Ley para la Gestión de los residuos sólidos (aprobada y ratificada)*, y la normativa que actualmente existe se limita básicamente al Acuerdo ejecutivo No. 1567-2010 Reglamento del Manejo Integral de los Residuos sólidos. Además, se cuenta otras normativas que tienen un grado de incidencia en la gestión de los residuos sólidos urbanos como el Decreto 131-11 de 1982 la Constitución de la República, Decreto 65-91 Código de Salud, Decreto No. 104-93 Ley General del Ambiente y su Reglamento General de la Ley del Ambiente, Acuerdo No. 94-97 Reglamento de Salud Ambiental, Acuerdo 06-2005 Reglamento para el Control Sanitario de Productos, Servicios y Establecimiento de Interés Sanitario, entre otros. No obstante, a nivel de gobiernos locales, se generan Ordenanzas bajo la dirección de

las leyes o Normativa Nacional, estas únicamente tienen validez dentro su término geográfico municipal.

Social y ambientalmente la GIRSU, permite reducir los impactos de salud de la población y los impactos ambientales negativos, además de reducir costos, esto mediante la implementación de buenas prácticas ambientales y tecnologías disponibles, basado en un enfoque de integralidad social a través de la educación y sensibilización ambiental a la población, no obstante, en los municipios se ha realizado poca incidencia, no hay planes de educación y sensibilización ambiental y la participación de la población es limitado por diferentes motivos (ocupaciones o simplemente no existe interés).

Para la recuperación de la información se tomó en consideración la Categorización Nacional de los Municipios según la Secretaria de Gobernación, Justicia y Descentralización, tomando en cuenta el índice de Desarrollo Municipal, este se enfoca en el desarrollo integral del municipio, como Gobierno Local y como unidad territorial definida y su carácter bidimensional que permite medir la situación de las alcaldías (SGJD, 2020) (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Categorización de los Municipios 2020 (%)

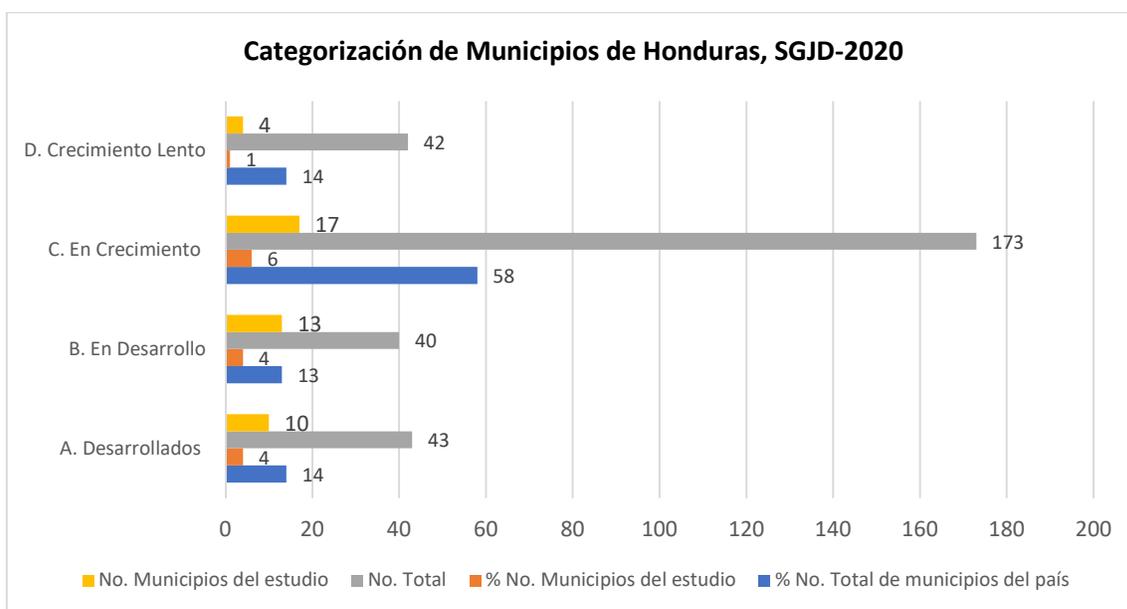
Intervalo IDEM	Categoría Municipal	%	No. Total	No. Municipios del estudio	% municipios del estudio
60.1 a 100	A. Desarrollados	14.4%	43	11	3.7%
44.1 a 60	B. En Desarrollo	13.4%	40	12	4.0%
24.1 a 44	C. En Crecimiento	58.1%	173	17	5.7%
1 a 24	D. Crecimiento Lento	14.1%	42	4	1.3%
Total		100%	298	44	14.8%

Fuente: (SGJD, 2020)

De acuerdo con lo anterior, para el estudio se logró la participación de 44 municipios de estos, teniendo representación en las cuatro categorías de desarrollo municipal, en consecuencia, se detalla que el 3.69% se ubican en Categoría “A” como Municipios Desarrollados, 4.36% Categoría “B” municipios En Desarrollo, 5.7% Categoría “C” municipios en Crecimiento y finalmente un 1.3% Categoría “D” municipios de Crecimiento Lento.

Tabla 11. Lista de municipios del estudio según la categoría del SGJD-2020

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	MUNICIPIO	Comayagua	Siguetepeque	Copán Ruinas	Villanueva	Puerto Cortés	Marcovia	Distrito Central	Roatán	Nacaome	Olanchito
A	DEPARTAMENTO	Comayagua		Copán	Cortés		Choluteca	FM	Islas de la Bahía	Valle	Yoro
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	MUNICIPIO	Taulabé	El Paraíso	Danlí	Talanga	Intibucá	Jesús de Otoro	Márcala	Gracias	Campamento	Morazán
B	DEPARTAMENTO	Comayagua	El Paraíso		FM	Intibucá		La Paz	Lempira	Olancho	Yoro
No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	MUNICIPIO	La Libertad	Villa de San Antonio	Esquías	San Jerónimo	Ajuterique	Ojos de Agua	Cabañas	Moroceíl	Teupasentí	Vallecillo
C	DEPARTAMENTO	Comayagua						Copán	El Paraíso		FM
No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	MUNICIPIO	Cedros	Lepaterique	Mapaluca	Guarita	La Campa	Belén	Concepción	San Esteban	Silca	Santa Rita
C	DEPARTAMENTO	FM		Lempira			Ocotepeque	Olancho		Santa Barbara	
No	41	42	43				44				
	MUNICIPIO	Masaguara	San Sebastián	San Manuel de Colohete				San Marcos de Caiquín			
D	DEPARTAMENTO	Intibucá	Lempira								

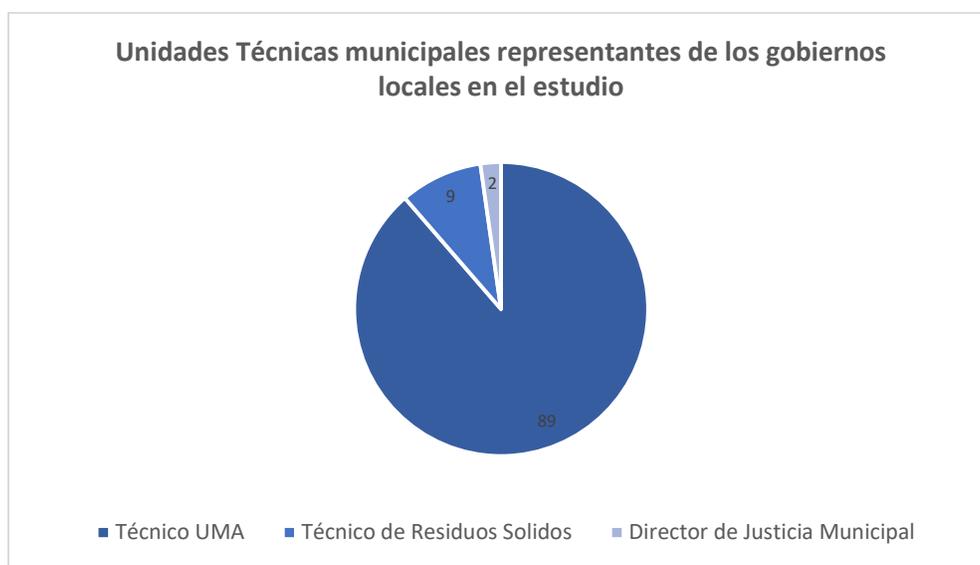


Gráfica 19. Categorización de Municipios de Honduras, SGJD-2020

Otro factor importante es la asociación que existe entre los municipios, llamados mancomunidades, en este caso surgen para dar solución a una problemática en común entre dos o más municipios, de acuerdo con la Ley de Municipalidades, por

votación de dos tercios del consejo municipal, los municipios pueden formar asociaciones por razones territoriales o sectoriales, o con el fin de prestar servicios, y un tema de interés actualmente es la gestión y manejo de los residuos sólidos, de este modo, con los municipios participantes se identificó que un 72.7% forman parte de una mancomunidad, permitiendo poner en marcha la mejor gestión de sus territorios y la prestación de servicios básicos, consecuentemente un total de 27.3% no forman parte de ninguna mancomunidad.

Consecuentemente, el tema de gestión de residuos sólidos vincula personal que se desempeña en el área, es por esta razón que el cuestionario fue diseñado para la obtención de información relevante y dirigido a técnicos municipales, que tienen relación directa con este tema, a partir de esto se aplicó a 44 participantes, entre Técnicos de las Unidades Municipales Ambientales (89%), técnicos de residuos sólidos (9%) y directores Municipales de Justicia (2%), quienes describen a través de sus respuestas, el estado actual (2021-2022) de la gestión de los residuos sólidos en los gobiernos locales de los municipios que representan.

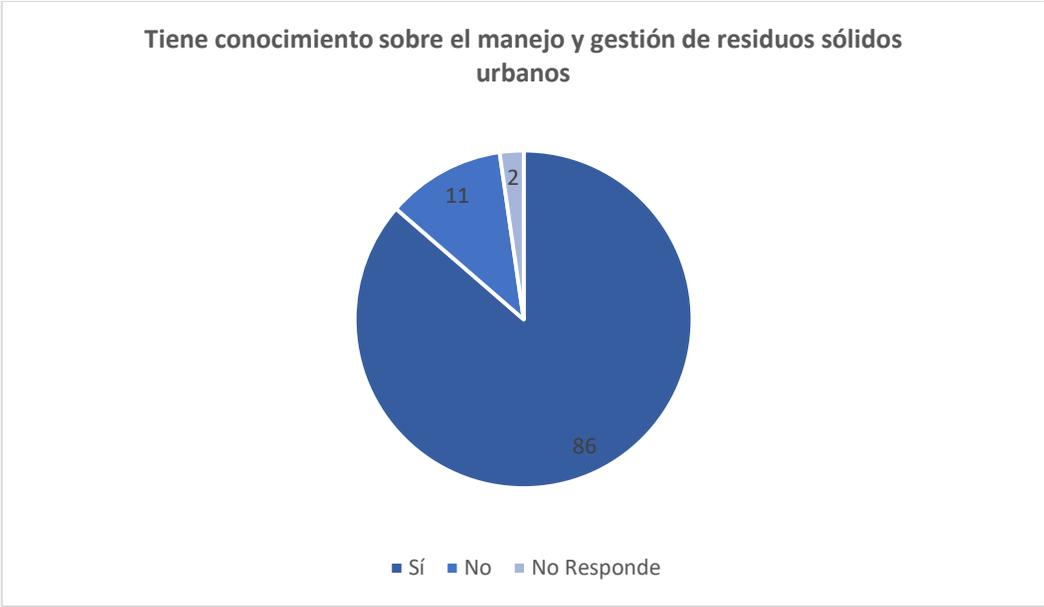


Gráfica 20. Unidades técnicas municipales representados en los gobiernos locales en estudio

Con respecto al tema de capacidades técnicas municipales, se analizó también su nivel de conocimiento, si reciben de manera constante procesos de capacitación y fortalecimiento de capacidades técnicas en sus municipalidades, se identificó que un 86% conocen ¿en qué consiste la gestión de los residuos sólidos urbanos? y un

11% no tienen conocimiento, este último es debido al personal que respondió el cuestionario, tienen menos de un (1) año de laborar para la municipalidad, son municipio categoría C y D, en Crecimiento y Crecimiento Lento, respectivamente, y lo mismo sucede con el 2% restante.

En cuanto a recibir capacitaciones en el tema GIRS, un 63.6% tienen la oportunidad de recibir este tipo de fortalecimiento de capacidades técnicas que es facilitado por instituciones de gobierno como la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), Secretaria de Salud (SESAL), la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), Organizaciones sin fines de lucro (ONG) y las Unidades Técnicas Municipales (UTM) de las Mancomunidades, en esta última están integradas 23 municipalidades de las 28 que si reciben capacitaciones por parte de las UTM-Mancomunidades; no obstante el 36.4% no reciben capacitación en este tema.

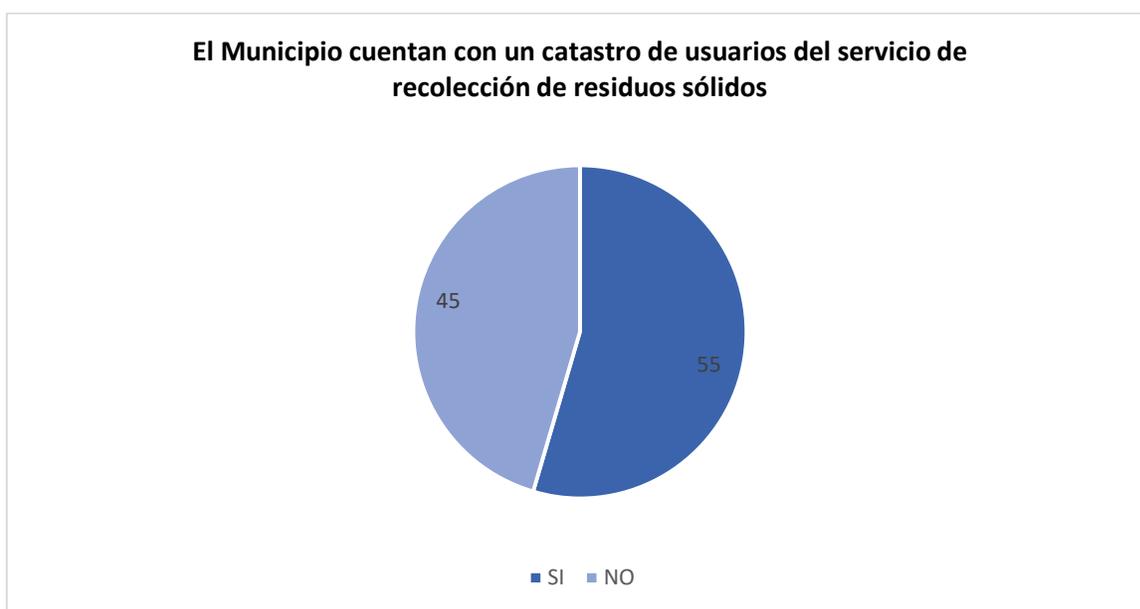


Gráfica 21. Tiene conocimiento sobre el manejo y gestión de residuos sólidos urbanos

Aspecto técnico y Operativos: Prestación del servicio municipal

Con el objetivo de dimensionar el alcance que conllevan los aspectos técnico-operativo de la gestión integral de los residuos sólidos, se consideró el análisis de cada una de las etapas que lo comprenden, iniciando con la generación y finalizando con la disposición final.

Así mismo, para que los gobiernos locales gestionen adecuadamente sus residuos sólidos, es conveniente contar con una base de datos de los usuarios que reciben el servicio público del tren de aseo, en este sentido se logró obtener información del “Catastro de Usuarios”, este catastro nos permitirá identificar a cuantos usuarios se les brinda el servicio público de tren de aseo, y para ello se tiene que un total de 24 municipalidades cuentan con catastro de usuarios equivalente al 55%, y el 45% no cuentan con ningún tipo de base de datos o catastro de usuarios; esta base de datos nos permite llevar un registro y procedimientos técnicos que facilitan al prestador de los servicios, en este caso tren de aseo municipal, a identificar, categorizar (estatus económico) y localizar los usuarios del servicio dentro del área geográfica territorial.



Gráfica 22. El Municipio cuentan con un catastro de usuarios del servicio de recolección de residuos sólidos

De acuerdo con la Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental del Perú, los aspectos técnicos operativos idóneos comprenden siete (7) etapas básicas como la generación, almacenamiento, barrido y limpieza, recolección y transporte, tratamiento y reciclaje, transferencia y disposición final (ver Figura 13).



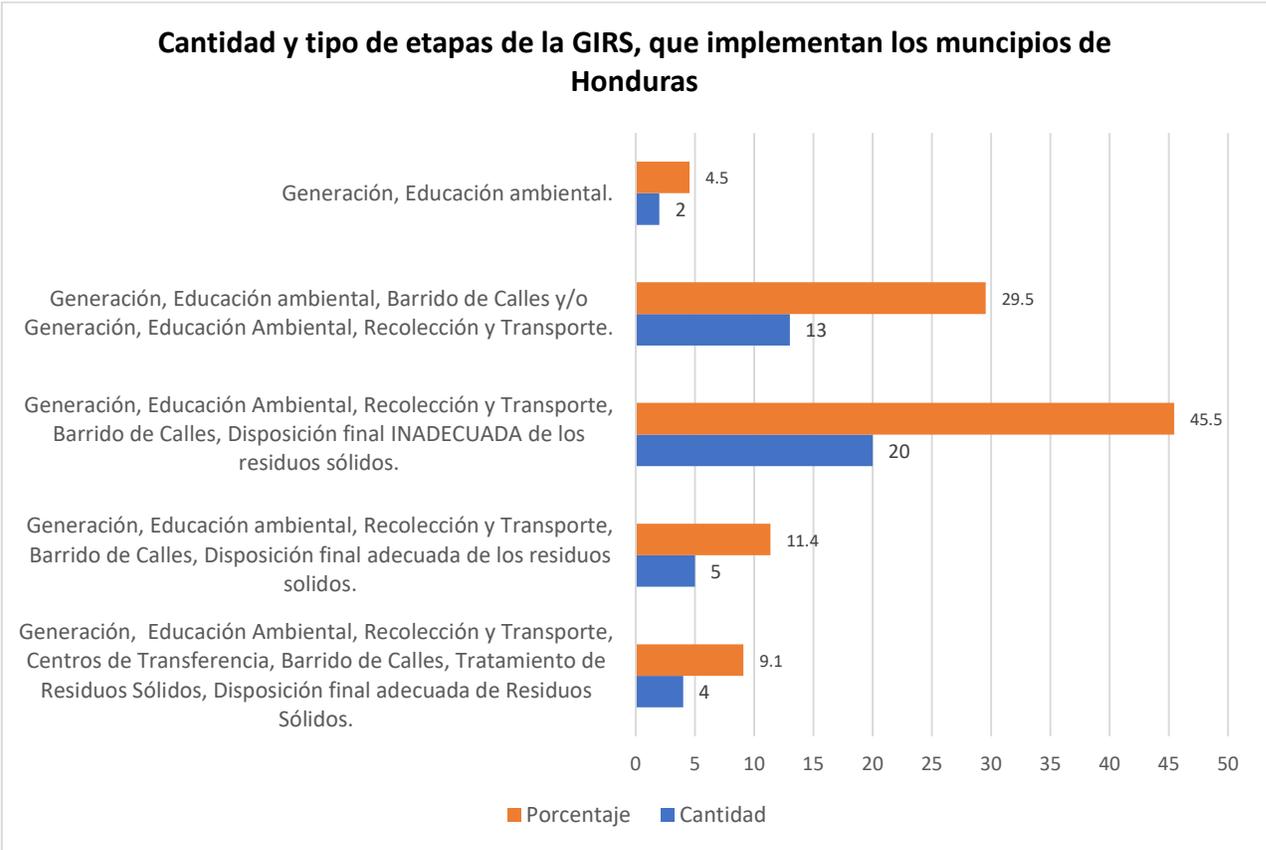
Fuente: (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) Perú, 2014)

Figura 13. Ciclo de aspectos técnicos-operativos idóneos de la GIRS

Los aspectos técnicos operativos para Honduras, en la gestión de los residuos sólidos urbanos en los municipios, con mayor incidencia se centra en cinco (5) componentes básicos como Generación, Almacenamiento, Barrido y limpieza, Recolección y Transporte hasta la disposición final, en la mayoría de los municipios, y de acuerdo a la muestra poblacional seleccionada de municipios el 9.1% equivalente a cuatro (4) municipios desarrollan al menos cinco (5) de las etapas básicas de la GIRS, *generación, recolección y transporte, centros de transferencia, barrido de calles, tratamiento de residuos sólidos y disposición final adecuada de Residuos Sólidos*, seguidamente un 11.4% desarrollan cuatro (4) etapas básicas como generación, recolección y transporte, barrido de calles y la disposición final adecuada de los residuos sólidos, el 45.5% ejecutan tres (3) generación, recolección y transporte y barrido de calles sin realizar una disposición final adecuada, seguidamente el 29.5% desarrolla únicamente dos etapas de la gestión combinadas en tres (3) como generación y barrido de calles y/o generación y recolección y transporte de los residuos, finalmente el 4.5% no realizan ninguna etapa básica de la gestión de los residuos sólidos más que la generación, no obstante, cada municipio considera necesario el desarrollo de las acciones de educación y

sensibilización ambiental dirigidas a la población generadora de los residuos sólidos.

Es importante detallar, que la implementación de las etapas de GIRSU, depende básicamente del nivel de desarrollo que tienen los municipios de acuerdo a la Categorización según el Índice de desarrollo Municipal (SGJD, 2020), donde los municipios que implementan más de cuatro (4) etapas se ubican tres (3) municipios en Categoría A y uno (1) en Categoría B, considerados como Desarrollados y En Desarrollo, respectivamente. Los municipios que implementan entre dos (2) y una (1) etapa se ubican en Categoría B, C y D; municipios En Desarrollo, En Crecimiento y Crecimiento Lento, respectivamente.



Gráfica 23. Cantidad y tipo de etapas de la GIRS, que implementan los municipios de Honduras

En ese mismo contexto, se muestra a continuación la implementación de cada etapa de gestión de manera individual por municipios (en este apartado se detalla si se hace o no la etapa), donde se ha identificado que la etapa de recolección y

transporte se brinda en un 91% y un 9% de los municipios participantes no brindan este servicio público, el barrido de calles con un 68% desarrollan la acción en las áreas públicas (plazas, parques y/o Casco Histórico) y un 32% no la ejecutan, seguidamente las acciones de educación ambiental son fundamentales para generar conciencia en la población y reducir la cantidad de residuos y/o aprovecharlos a través del reciclaje, esta etapa se desarrolla en un 57% y un 43% no implementan ninguna actividad en educación ambiental, y finalmente la disposición final de los residuos sólidos es una de las acciones esenciales, ya que se busca disponer de manera adecuada los residuos evitando problemas de contaminación ambiental y salud a la población por lo que esta etapa se implementa en un 14% edificando los municipios de Distritito Central (Francisco Morazán) Comayagua y Siguatepeque (Comayagua), Puerto Cortés (Cortés), Intibucá (Intibucá) y Gracias (Lempira); y un 86% no cuenta con ningún tipo de infraestructura para la disposición final adecuada, por lo que hacen uso de sitios a cielo abierto para el depósito de los residuos sólidos sin ningún tratamiento (ver Tabla 11).

Tabla 12. Etapas de la gestión de los residuos sólidos urbanos que implementan a nivel poblacional en Honduras

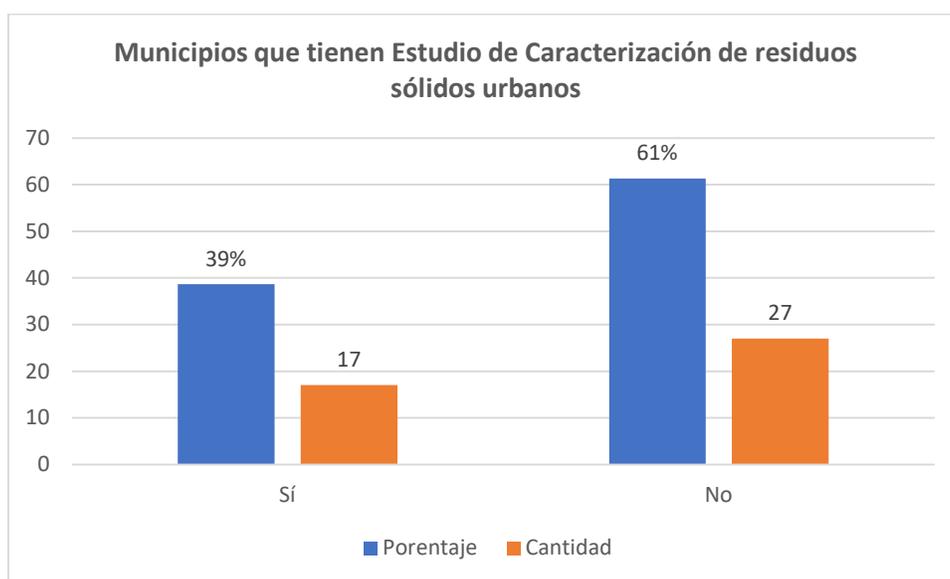
Etapas	Implementa	Porcentaje	Cantidad
Educación Ambiental	SI	57	25
	NO	43	19
	Total	100%	44
Recolección y transporte	SI	91	40
	NO	9	4
	Total	100%	44
Barrido de calles	SI	68	30
	NO	32	14
	Total	100%	44
Centros de transferencia	SI	11	5
	NO	89	39
	Total	100%	44
Tratamiento de residuos sólidos	SI	9	4
	NO	91	40
	Total	100%	44
Disposición Final Adecuada	SI	14	6
	NO	86	38
	Total	100%	44

Generación de residuos sólidos

Se considera que la generación forma parte fundamental en el ciclo de las etapas de la gestión de los residuos sólidos, básicamente las fuentes generadoras de

residuos sólidos se identifican como domiciliario o domésticos, comerciales, industriales, hospitalarios y otros. Además, este va relacionado directamente con los patrones de consumo y las acciones diarias que se realizan, entre ellas las actividades cotidianas básicas como, la preparación de los alimentos hasta procesos de producción complejos; es por esta razón que los residuos sólidos deben ser gestionados, de modo tal que sean valorizados o no, de acuerdo a su potencial, y para ello es fundamental conocer que tipos de residuos generamos, su composición, cantidad, densidad y la humedad de estos.

En ese mismo contexto, se consideró conocer que municipios del estudio cuentan con este tipo de información focalizado en un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos, donde un 41% cuentan con información y/o un estudio de caracterización de RS y un 59% no cuentan con ninguna información referente a la caracterización de los residuos sólidos urbanos.

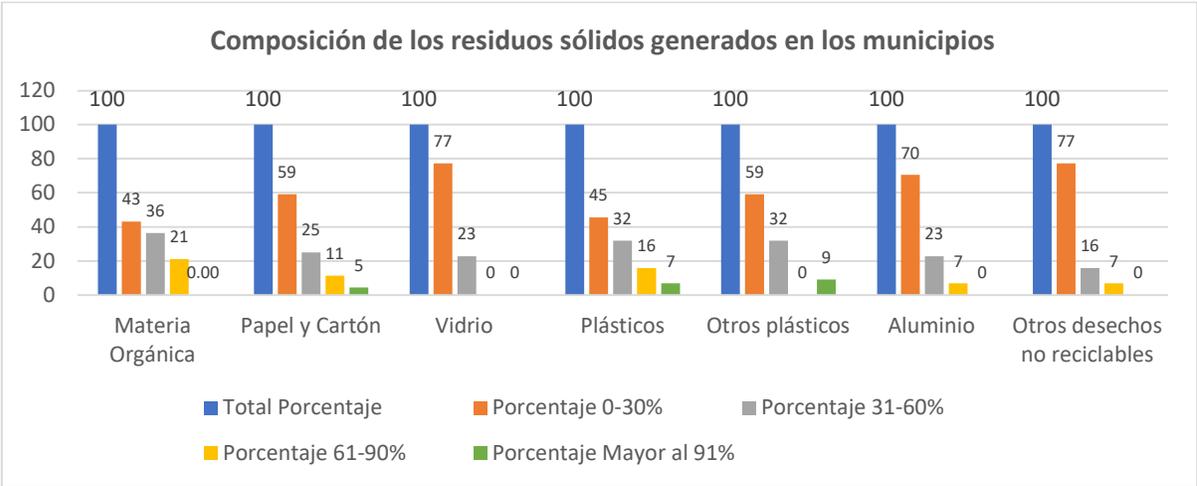


Gráfica 24. Municipios que tienen Estudio de Caracterización de residuos sólidos urbanos

No obstante, se consideró el hecho de conocer la composición básica de los residuos de manera general, donde se logró identificar residuos como materia orgánica, papel y cartón, vidrio, plásticos, otros plásticos, aluminio y otros desechos no reciclables.

En términos generales, si separamos en residuos orgánicos e inorgánicos, podemos decir que, para la materia orgánica un total de 19 municipios (43%) generan del 0 al 30%, 16 municipios (36%) generan del 31 al 60% y 9 municipios (21%) generan entre el 61 al 90% de residuos orgánicos en su zona geográfica urbana. Además, se identificó, de manera general que los residuos valorizables como el papel y cartón, plásticos, vidrio y aluminios son generados en su mayoría dentro de la escala de porcentajes del 0 al 30%, esto se refiere a que más del 60% de los municipios han identificado dentro del ciclo de los GIRS, la alta tasa de generación de residuos inorgánicos valorizables.

En este sentido, y para contar con información más específica, se consultó de manera individual que porcentaje de generación se tiene por cada tipo de residuos en los municipios, por lo que, se describe a continuación mediante la siguiente grafica se muestran los resultados.

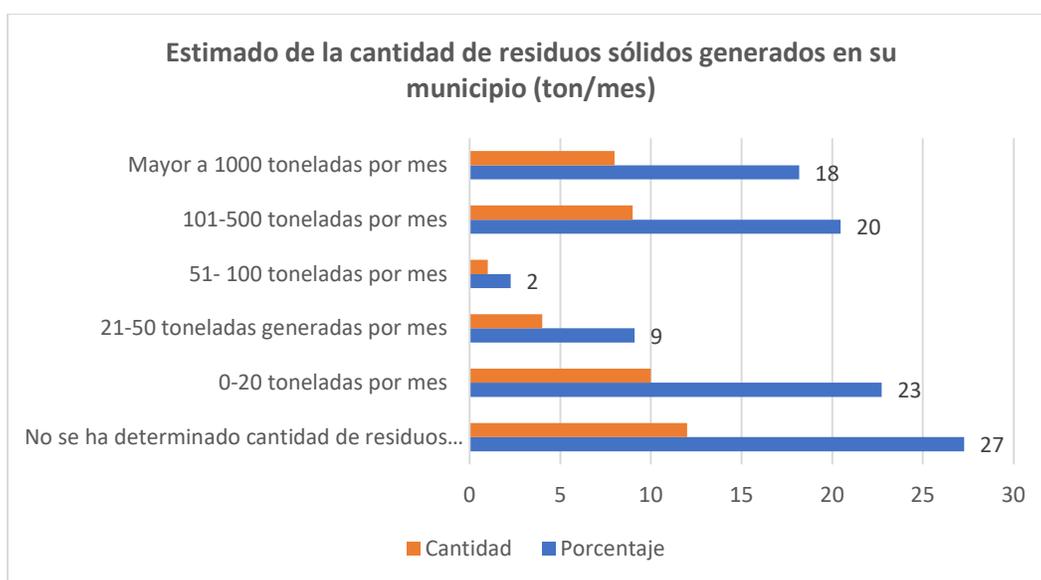


Gráfica 25. Composición de los residuos sólidos generados en los municipios

Después de conocer la composición de los residuos, y bajo ese mismo contexto la dimensión de la generación de los residuos sólidos, cada día va en aumento, esto aunado al crecimiento poblacional desmedido, por ende, la gestión de los residuos es un problema de carácter universal, y podemos decir que Honduras no se queda atrás, por lo que se ha identificado que la generación es variada de acuerdo nivel de desarrollo económico y poblacional de los municipios, existen municipios que

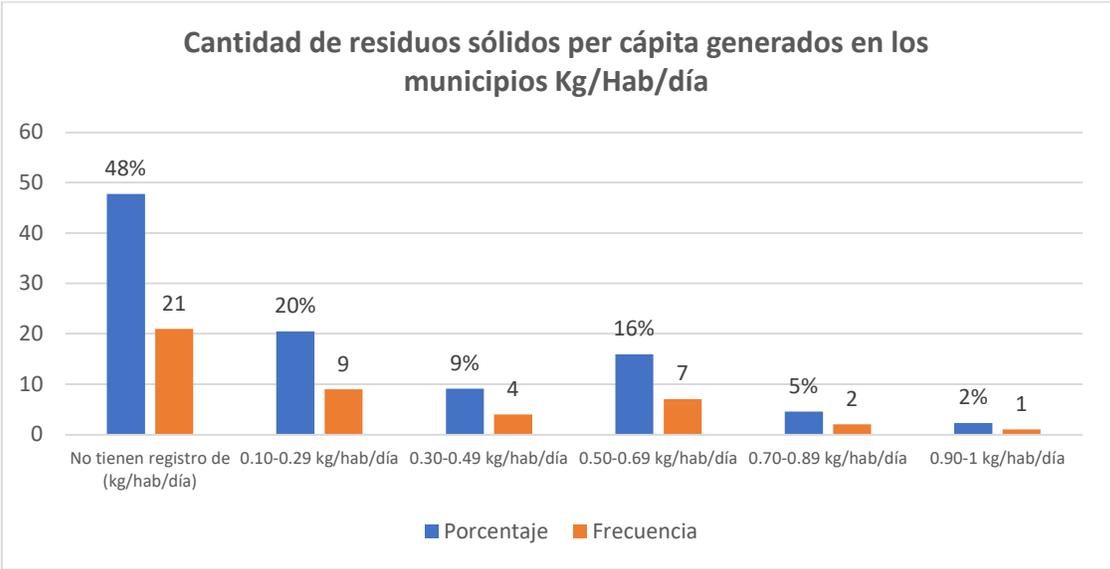
cuentan con información puntual en cuanto a generación de residuos toneladas por mes (ton/mes) y otros municipios no tienen ningún registro al respecto.

Los municipios con un alto índice de desarrollo como el Distrito Central, en el Departamento de Francisco Morazán, Comayagua y Siguatepeque en el Departamento de Comayagua, y Puertos Cortés y Villanueva Cortes en el Departamento de Cortes, Roatán en el Departamento de Islas de la Bahía, Nacaome en el Departamento de Valle y Olanchito en el Departamento de Yoro, son los municipios que tienen una generación mayor a 1000 ton/mes equivalente a un total del 18% de los municipios participantes del estudio, además detallar que estos municipios se ubican en Categoría “A” como Desarrollados; seguidamente se ubican los municipios de Ajuterique, Villa de San Antonio, Gracias, Campamento, Talanga, Copán Ruinas, Intibucá, El Paraíso y Márcala, con un 11% (101-500 ton/mes), así mismo en el 2% (50-100 ton/mes) se ubica el municipios de Mapaluca en Lempira, el 9% (21-50 ton/mes) identificamos los municipios de San Jerónimo en Comayagua, Lepaterique F.M., Marcovia Choluteca y Morocelí, El Paraíso; en el 23% (0-20 ton/mes) están los municipios de Masaguara Intibucá, Esquías y Ojos de Agua en Comayagua, Cedros F.M., Guarita, San Manuel de Colohete, San Marcos de Caiquín y San Sebastián en Lempira, Cabañas Copán y Morazán en Yoro; y finalmente el 27% no lleva ningún registros al respecto.



Gráfica 26. Estimado de la cantidad de residuos sólidos generados en su municipio (ton/mes)

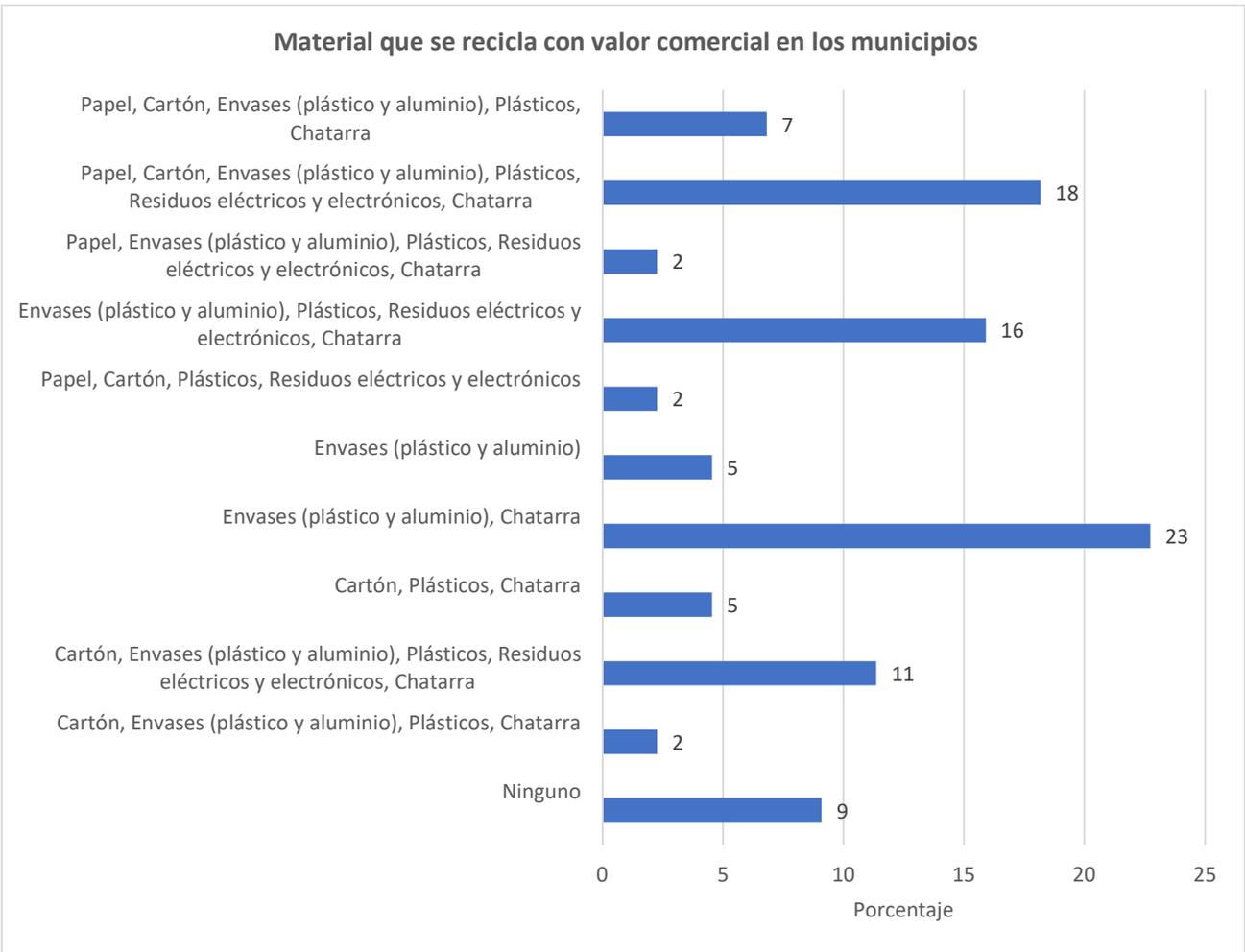
De acuerdo con el contexto anterior, también se consultó si conocen y cuanto es la generación per cápita por habitante de los municipios, el 48% no tienen registros del dato de generación per cápita de los residuos (kg/hab/día) información relacionada básicamente con los estudios de caracterización de residuos. No obstante, el resto de los municipios cuenta con información donde se detallada que el 20% de los municipios presenta una generación promedio de 0.10-29 kg/hab/día, seguidamente un 16% tienen una generación promedio de 0.50-0.69 kg/hab/día, un 9% tienen una generación promedio de 0.30-0.49 kg/hab/día, un 5% tienen una generación promedio de 0.70-0.89 kg/hab/día y un 2% cuenta con una generación promedio de 0.90-0.90 kg/hab/día, con este dato podemos determinar que la mayor cantidad de los municipios tienen en promedio una generación que está determinada según las actividades económica desarrolladas en los mismos, y de acuerdo a la categoría de desempeño definido por la Secretaria de Gobernación, Justicia y Descentralización en Honduras.



Gráfica 27. Cantidad de residuos sólidos per cápita generados en los municipios Kg/Hab/día

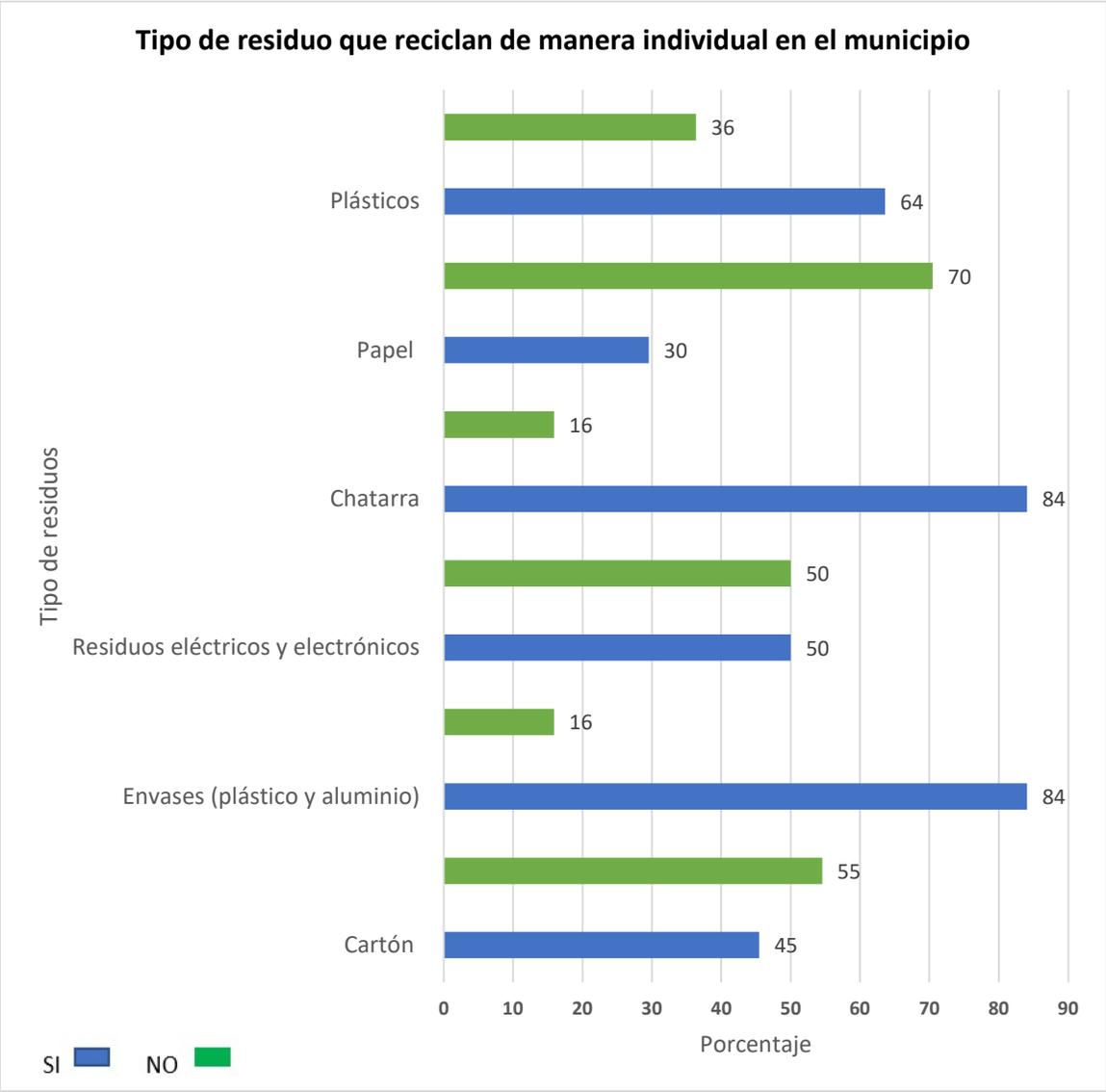
De modo que, los actores vinculados en la valorización de los residuos sólidos son aliados estratégicos de las alcaldías municipales, por lo que es importante detallar el tipo de residuos que se recupera y valoriza en los municipios, es por ello que, a continuación se describe cuáles son los residuos que según la percepción técnica de los colaboradores municipales y de acuerdo a su participación en los procesos

de gestión de los residuos más valorizados y aprovechados, entre ellos está en un 23% la combinación de Envases (plásticos-aluminio) y chatarra, seguidamente con un 18% el Papel, Cartón, Envases (plástico y aluminio), Plásticos, Residuos eléctricos y electrónicos y Chatarra, en un 16% los Envases (plástico y aluminio), Plásticos, Residuos eléctricos y electrónicos, Chatarra, un 11% el Cartón, Envases (plástico y aluminio), Plásticos, Residuos eléctricos y electrónicos, Chatarra; y el resto en Cartón, Envases (plástico y aluminio), Plásticos, Chatarra, Papel y Residuos eléctricos y electrónicos equivalente a un 23%, no obstante, un 9% del total de los municipios no realiza ningún tipo de recuperación de material valorizable de manera formal.



Gráfica 28. Material que se recicla con valor comercial en los municipios

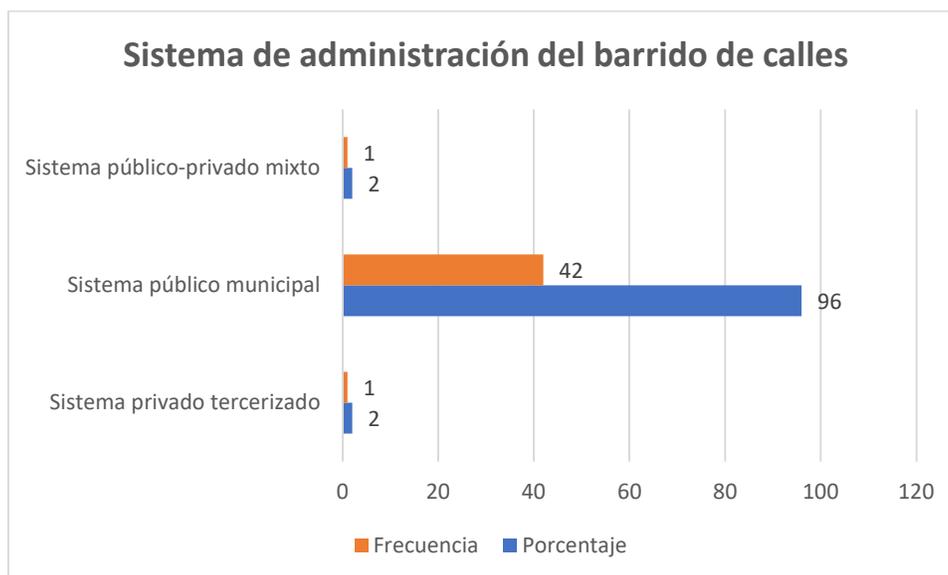
De acuerdo, a lo anterior si separamos los residuos por tipo e identificamos que porcentaje de recuperación de residuos tenemos por municipios, se puede observar que para los residuos de carácter individual que más se valoriza son los Envases (plástico y aluminio) y la Chatarra con un 84% equivalente a un total 37 de los 44 municipios, estos recuperan este tipo de material, seguido de ellos y por orden de recuperación identificamos el papel, los residuos eléctricos y electrónicos, cartón y plásticos.



Gráfica 29. Tipo de residuo que reciclan de manera individual en el municipio

Barrido de calles (aseo público municipal)

El barrido de calles o aseo de las áreas públicas municipales, es la acción que conlleva desarrollar actividades de limpieza, con el objetivo de dejar las áreas libres de residuos sólidos, este tipo de actividad se puede realizar de manera manual y mecanizada, para los resultados de este estudio el 100% de los municipios realiza la actividad de manera manual, además de ello se valoró el sistema de administración del barrido de calles, donde el 96% se maneja a través de los gobiernos locales o administración municipal, un 2% mediante un sistema combinado público-privado y el 2% restante es manejado a través de la tercerización con el sistema privado.

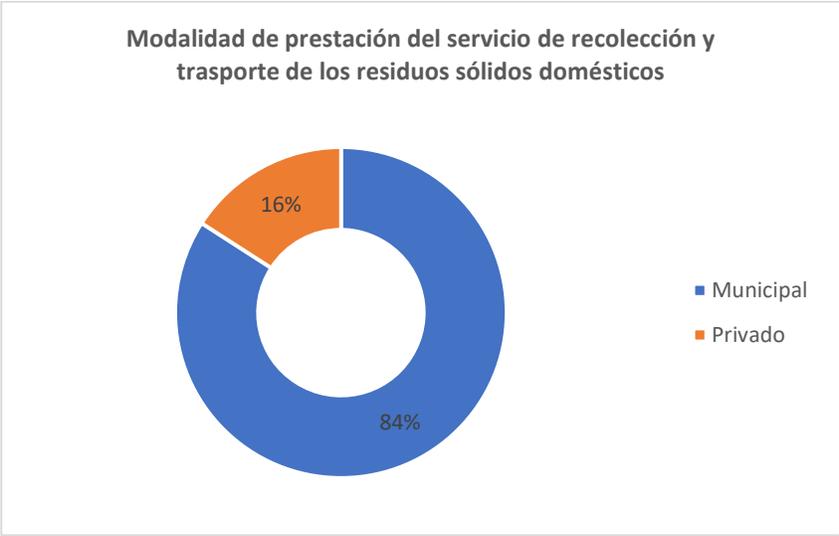


Gráfica 30. Sistema de administración del barrido de calles

Recolección y transporte de residuos sólidos urbanos

Es importante, detallar que la modalidad de prestación del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios se brinda en función de las zonas de cobertura definidas, además del análisis del recurso humano y logístico disponible requerido para un buen funcionamiento del servicio público municipal, en este sentido se identificaron dos modalidades de prestación del servicio público “tren de aseo”, siendo la modalidad pública municipal la más representada con un 84%, en esta modalidad el gobierno local asume en su totalidad la responsabilidad de la

recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos; y en un 16% la modalidad del servicio privado, donde una empresa del sector privado asume la responsabilidad de la recolección y transporte de residuos en una o varias zonas del municipio hasta el sitio del destino final, esta modalidad se vincula con el consentimiento de la alcaldía municipal y bajo la normativa establecida en la reglamentación del país.

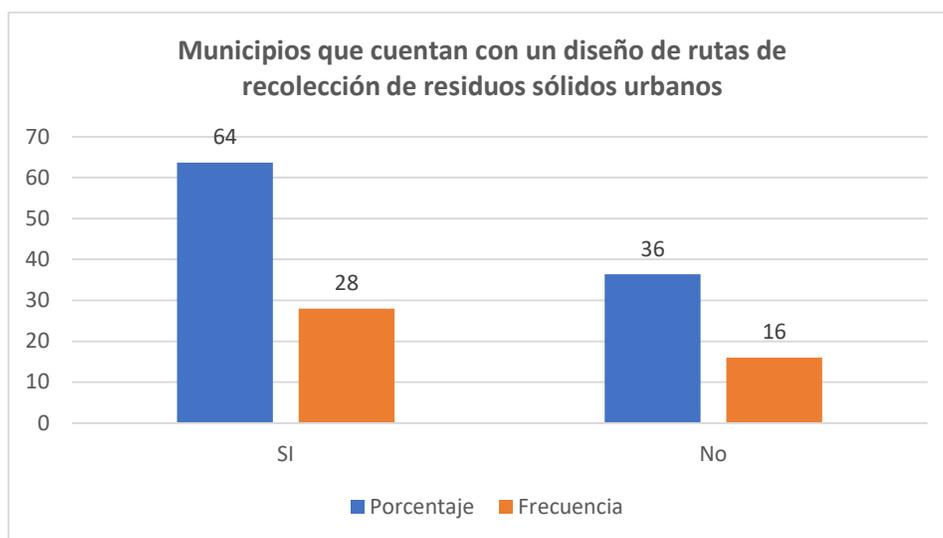


Gráfica 31. Modalidad de prestación del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos domésticos

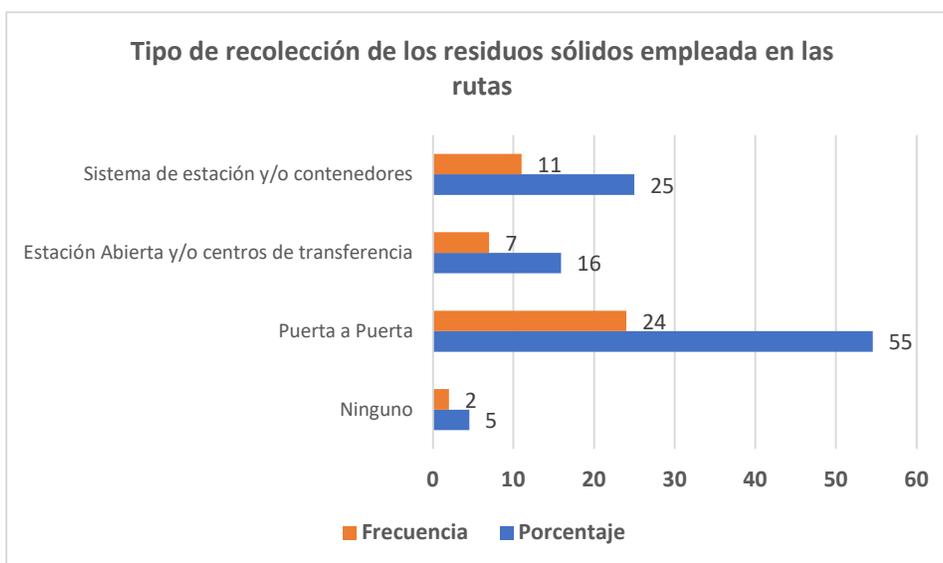
Después de conocer la modalidad de prestación del servicio, podemos detallar que, para desarrollar la recolección y transporte de los residuos sólidos, el 64% de los municipios cuentan con un diseño de rutas de recolección de residuos sólidos, donde se han considerado aspectos como la generación per cápita, frecuencia, horarios, tipo de recolección, entre otros factores; en cambio un 36% de los municipios no cuentan con ningún sistema de planificación en el diseño de rutas de recolección de los residuos sólidos (Ver Gráfica 32).

En cuanto a la generación de residuos en gran cantidad requiere una recolección oportuna, y para ello evitar problemas de contaminación por la alta tasa de acumulación de residuos, para países en vías de desarrollo como nuestro caso, el tipo de recolección empleada durante las rutas, mayormente es a través del sistema de Puerta a Puerta en un 55%, donde la población entrega los residuos en bolsas plásticas, sacos de mezcal, cajas, entre otros recipientes; sin embargo, en algunas

zona se utilizan otros sistema de recolección que facilitan su retiro, estos por que presentan problemas derivados de su accesibilidad principalmente, para ello se desarrolla las estaciones de contenedores (25%), centros de transferencias (16) y en algunos casos no manejan ningún sistema (5%), lo que básicamente se busca es brindar un servicio de recolección de cada zona para evitar la acumulación de residuos sólidos en vías públicas y áreas no destinadas para su disposición final (ver Gráfica 47).

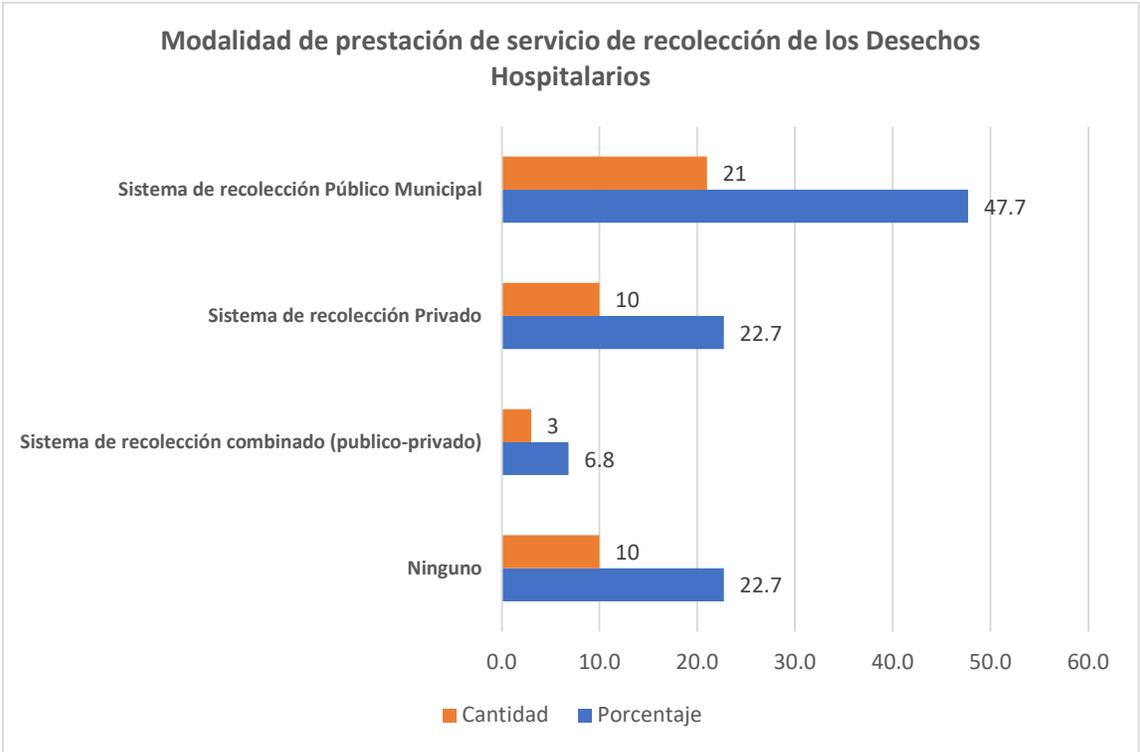


Gráfica 32. Municipios que cuentan con un diseño de rutas de recolección de residuos sólidos



Gráfica 33. Tipo de recolección de los residuos sólidos empleada en las rutas

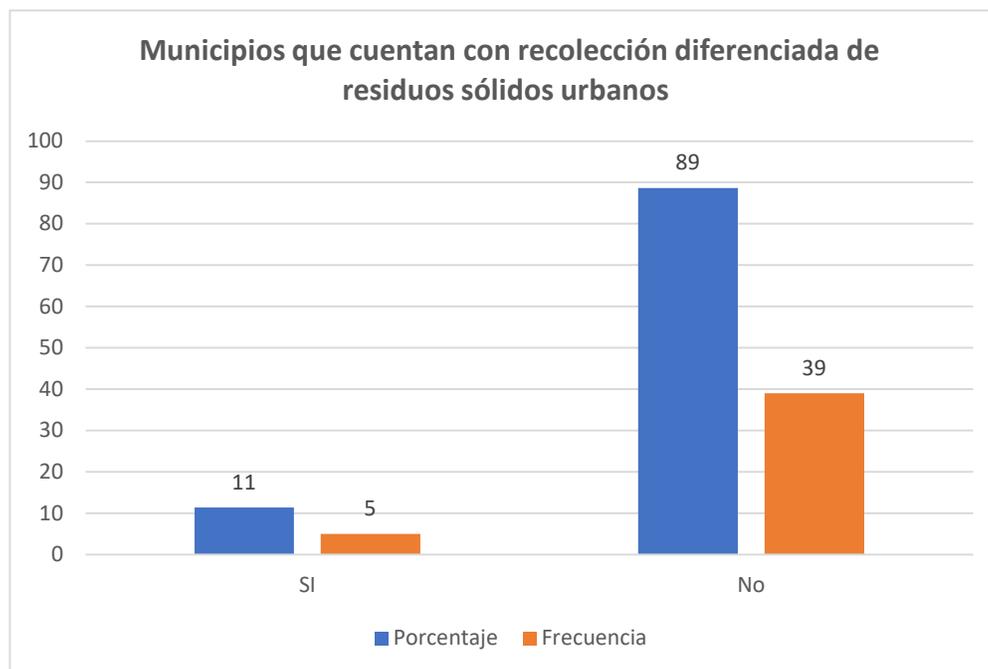
Del mismo modo, también se consideró indagar sobre la recolección de los **desechos hospitalarios**, donde estos desechos son aquellas sustancias, materiales, subproductos sólidos, líquidos o gaseosos que surgen de las actividades relacionadas con el sector salud, por ende su recolección y transporte debe ser de manera separada de los residuos domésticos, considerando el alto grado de contaminación que estos ocasionan y requiriendo mayor atención por parte de la Secretaría de Salud, y el incremento considerable en los últimos años de los centros asistenciales de salud, ha obligado a los gobiernos municipales a concentrar mayor esfuerzo en lo referente al tema de recolección y transporte, en este sentido, se han consolidado tres (3) modalidades de prestación donde el 47.7% lo asumen el Sistema Público Municipal, el 22.7% mediante el Sistema de recolección privado, y un 6.8% mediante un sistema de recolección combinado, es decir, público-privado, finalmente un 22.7% no realiza ningún tipo de recolección y transporte de los desechos hospitalarios, siendo estos entregados al camión recolector o tren de aseo de los residuos domésticos, ocasionado un grado de contaminación cruzada para los colaboradores que desempeñan esta actividad.



Gráfica 34. Modalidad de prestación de servicios de recolección de los desechos hospitalarios

Recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos

En relación al sistema de recolección diferenciada de residuos, está relacionado directamente con el generador y con la entidad prestadora del servicio requiriendo compromiso de ambas partes para que se obtenga un resultado efectivo, en este sentido una recolección diferenciada de residuos sólidos contempla establecer días específicos para el retiro de cada tipo de residuos según su origen (orgánicos e inorgánicos), para nuestro caso solo un 11% cuentan con algún tipo de recolección diferenciada de residuos sólidos y el 89% restante no aplica ningún proceso de recolección diferenciada (ver grafica 35), donde se hace una recolección común de todos los residuos sin ningún tipo de separación desde el origen hasta su disposición final.



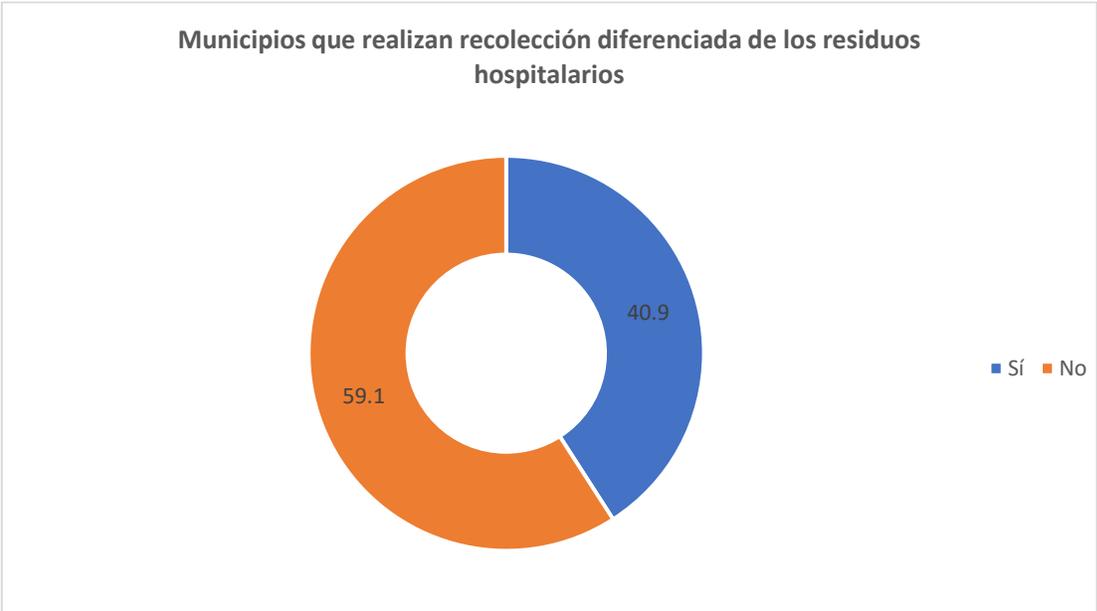
Gráfica 35. Municipios que cuentan con recolección diferenciada de residuos sólidos urbanos

Recolección diferenciada de desechos hospitalarios

Al hablar de los desechos hospitalarios nos referimos directamente a los desechos bioinfecciosos, biológicos y no biológicos; y su manejo, recolección, transporte y disposición final, requiere contar con medidas de bioseguridad que eviten el contacto directo con los colaboradores que se dedican a estas actividades (manejo, recolección, transporte y disposición final), por lo tanto, desde su almacenamiento

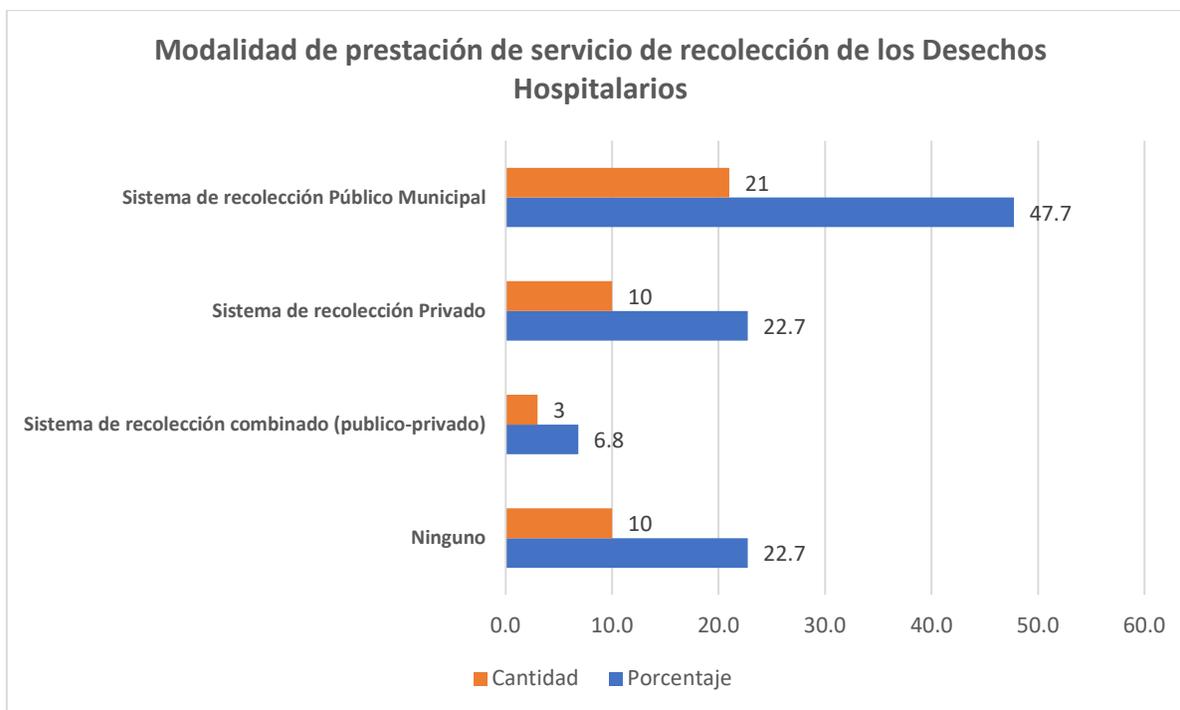
hasta su disposición final debe efectuarse de manera que no implique poner en riesgo la salud de la población en general, para ello se identifican en bolsas de color rojo distintas a los residuos sólidos comunes (varios colores, excepto el rojo), estos últimos deben ser manipulados de diferente manera.

Ahora bien, conociendo de manera general que implican los desechos hospitalarios vemos el impacto que genera una mala gestión, en relación a lo anterior, podemos mencionar que para nuestro caso el 40.9% de los municipios del estudio desarrollan algún tipo de recolección diferenciada de los residuos sólidos comunes y el 59.1% recolectan los residuos sólidos comunes y los desechos hospitalarios en la misma ruta de recolección ya establecida en el municipio (ver grafica 36).



Gráfica 36. Municipios que realizan recolección diferenciada de los residuos hospitalarios

En relación a la modalidad de prestación en la recolección de los desechos hospitalarios, se estima que un 47.7% es a través del sistema público municipal, un 22.7% a través del sistema de recolección privado, además se cuenta con una modalidad combinada entre el sector público y privado representado por un 6.8%, finalmente un 22.7% no cuentan con ningún sistema de recolección de desechos hospitalarios (ver grafica 37).



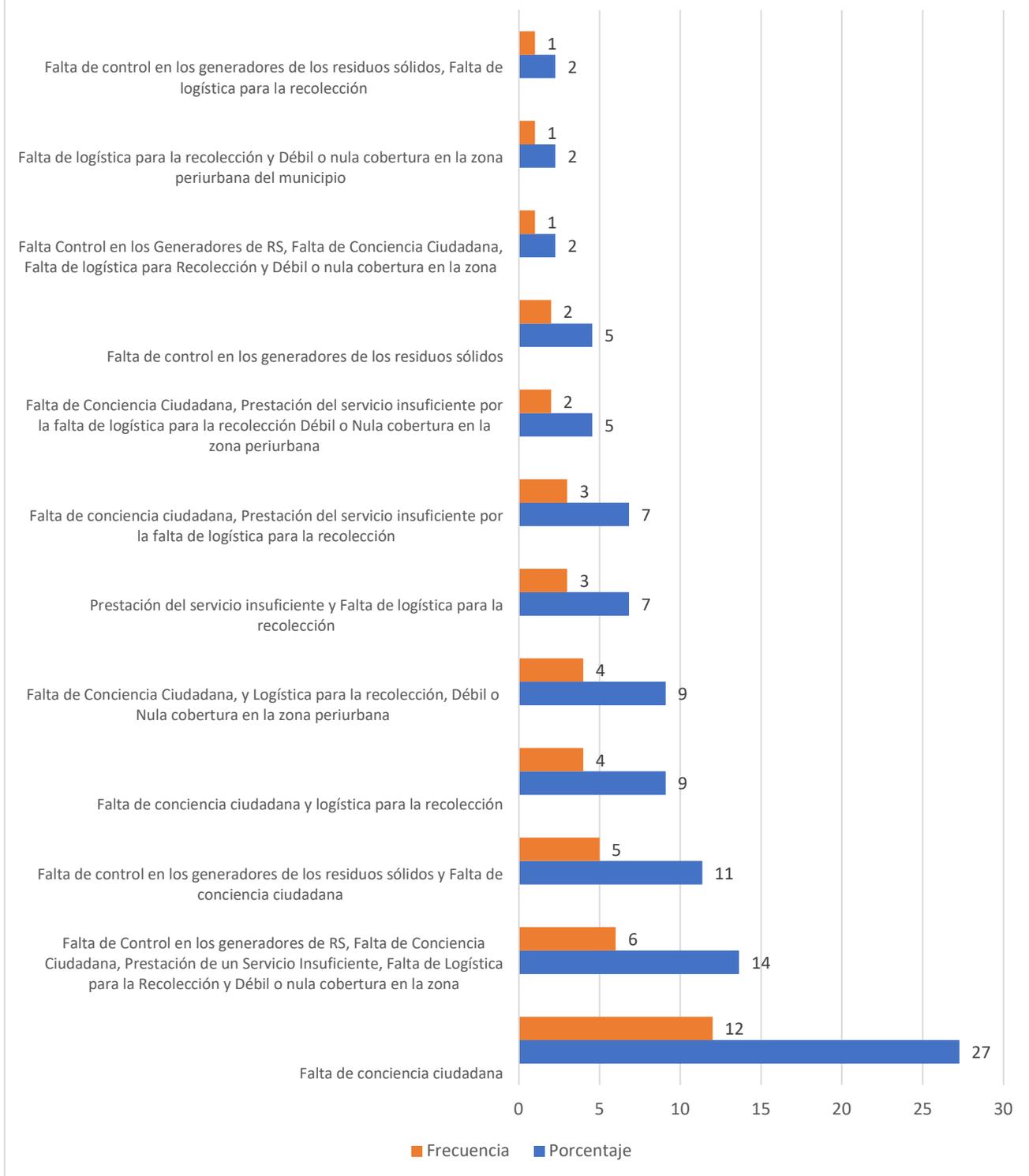
Gráfica 37. Modalidad de prestación de servicio de recolección de los Desechos Hospitalarios

En la medida de lo posible, los gobiernos locales han desarrollado acciones orientadas a la prestación de un servicio eficiente en la cobertura de recolección, no obstante, no todos cumplen a cabalidad esta eficiencia, y es ahí donde identificamos una serie de déficit que presentan los municipios en el aspecto social y logístico, en cada uno de los doce (12) ítems valorados para esta consulta, observamos los entrevistados responde que un 8% la principal causa es la “Falta de conciencia ciudadana”, un 27% no se cuenta con un sistema de recolección eficiente, por lo tanto, el factor social es determinante para brindar un servicio eficiente.

En este sentido, la participación de los generadores es fundamental, para una gestión adecuada de los residuos sólidos, por lo tanto, la “Falta de control de los generadores de residuos sólidos” representa un 5%, al considerar los dos aspectos en común “Falta de control de los generadores y la falta de conciencia ciudadana” y estos representa un 11%, sin embargo, otros aspectos considerados con menor incidencia, pero con un grado de importancia dentro de un sistema de recolección donde se combinan los factores sociales y logísticos están la “Falta de control de los generadores, falta de conciencia ciudadana, prestación de un servicio

insuficiente, falta de logística para la recolección y débil o nula cobertura de recolección en la zona” en un 14%; la “Falta de conciencia ciudadana y logística para la recolección” representa un 9%, seguidamente podemos mencionar que la “Falta de conciencia ciudadana, logística para la recolección y Débil o nula cobertura en la zona periurbana” se muestran en un 9%; la “Falta de conciencia ciudadana, prestación de un servicio insuficiente por la falta de logística para la recolección representan un 7%, la “Prestación de un servicio insuficiente por la falta de logística para la recolección” representan en 7%, la “Falta de conciencia ciudadana, la prestación de un servicio insuficiente por la falta de logística para la recolección, débil o nula cobertura en la zona periurbana, representan un 5%; un 2% la “Falta Control en los Generadores de RS, Falta de Conciencia Ciudadana, Falta de logística para Recolección y Débil o nula cobertura en la zona”, en 2% la Falta de logística para la recolección y Débil o nula cobertura en la zona periurbana del municipio y finalmente la Falta de control en los generadores de los residuos sólidos, Falta de logística para la recolección, presentan un 2% (ver grafica 38).

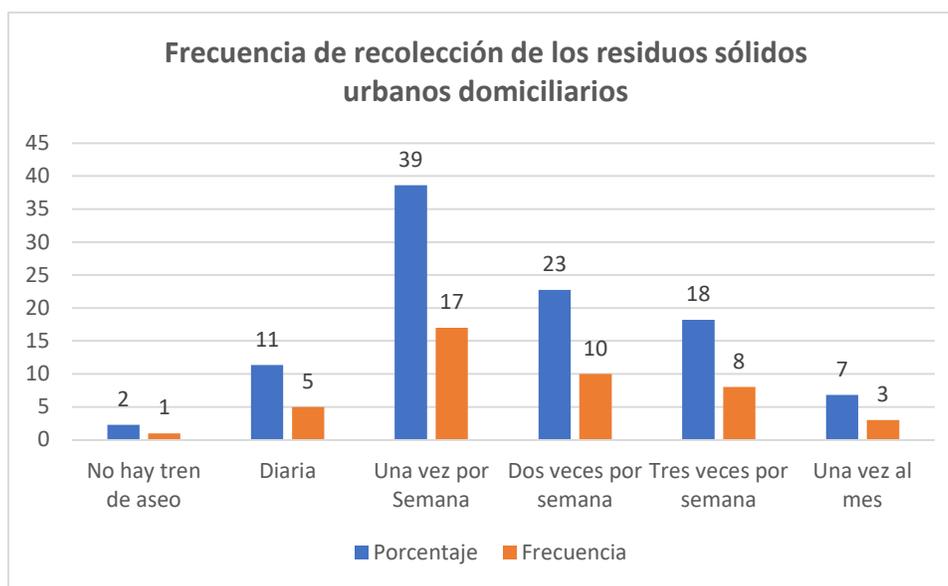
Principales causas por las que existe déficit de la cobertura de recolección en los municipios



Gráfica 38. Principales causas por las que existe déficit de la cobertura de recolección en los municipios

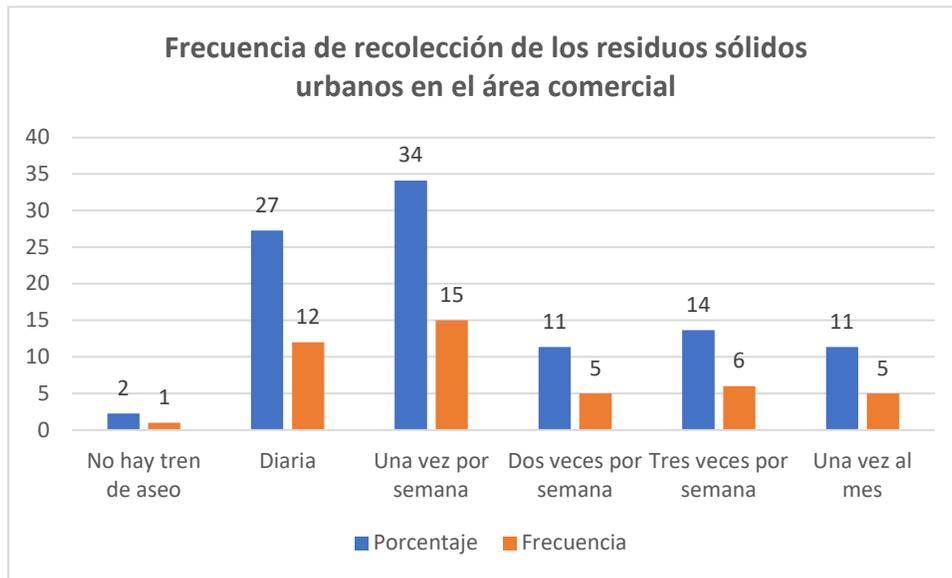
Frecuencias de recolección de residuos sólidos urbanos

Como sabemos, la frecuencia de recolección dependen de la generación per cápita, y factores climáticos, capacidad logística de los gobiernos locales, por lo que, generalmente las frecuencias de recolección de los residuos sólidos urbanos domiciliarios, se presentan de una vez, dos veces y tres veces por semana, en este sentido, las frecuencias de recolección en nuestro caso mayormente se presentan una vez por semana en un 39%, dos veces por semana en un 23%, tres veces por semana un 18%, un 11% se presentan la frecuencia diaria, un 7% se presenta una recolección una vez al mes y finalmente el 2% no cuentan con el servicio de recolección (ver grafica 39).



Gráfica 39. Frecuencia de recolección de los residuos sólidos urbanos domiciliarios

Por otra parte, los residuos sólidos de origen comercial cuentan con su respectiva frecuencia de recolección en comparación a los residuos sólidos domiciliarios, estos no difieren de las frecuencias de recolección domiciliarias, por lo que presentan algunas similitudes como los tipos de frecuencias como una vez por semana representada en un 34%, seguido de una frecuencia diaria en un 27%, tres veces por semana el 14%, dos veces por semana el 11%, una vez al mes el 11% y finalmente el 2% igual a la frecuencia de recolección de los residuos domiciliarios, no cuentan con el servicio de recolección o tren de aseo municipal (ver grafica 40).

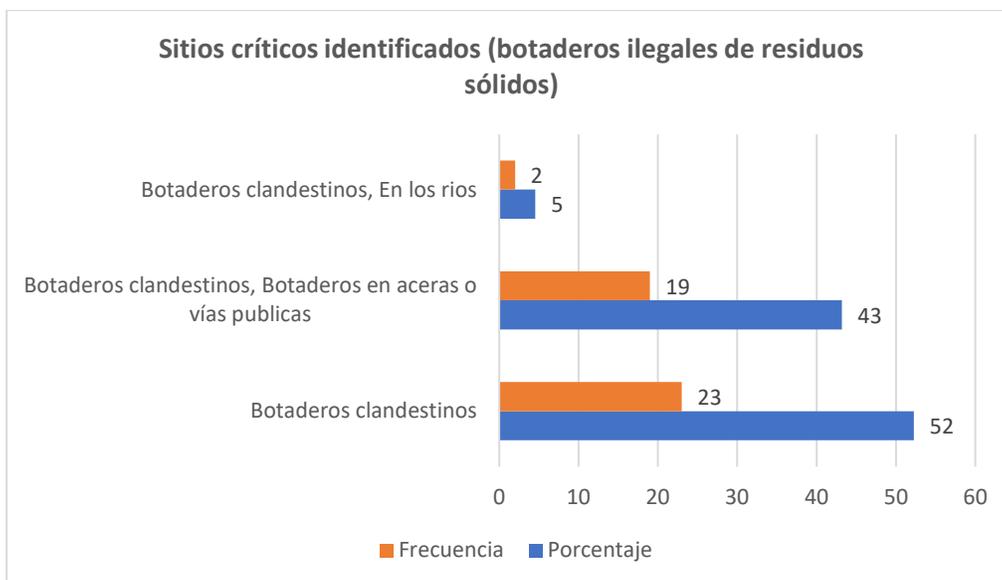


Gráfica 40. Frecuencia de recolección de los residuos sólidos urbanos en el área comercial

Sitios críticos para a disposición de residuos sólidos

En términos generales, para la disposición final de los residuos sólidos se debe contar con un sitio específico diseñado para tal fin, no obstante, a estos sitios llamados rellenos sanitarios (sitios para la disposición final adecuada de los residuos sólidos) no llegan el total de los residuos sólidos generados en las áreas urbanas de los municipios.

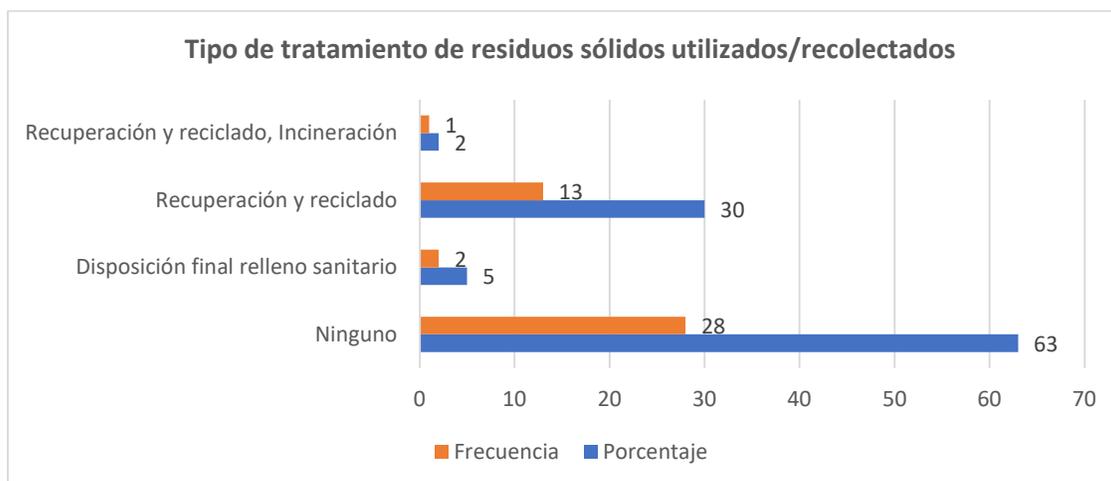
En este sentido, han surgido sitios ilegales o sitios críticos para depósito de residuos sólidos, llamados popularmente como “botaderos clandestinos o ilegales” por parte de la población, es ahí donde identificamos que en un 52% de la población de los municipios depositan los residuos sólidos en los botaderos clandestinos, un 43% utiliza tanto botaderos clandestinos como botaderos en aceras o vías públicas y un 5% lo realiza en botaderos clandestinos y en los ríos del municipio, provocando problemas de contaminación ambiental y surgimiento de enfermedades a las personas que residen cerca de estos sitios contaminados.



Gráfica 41. Sitios críticos identificados (botaderos ilegales de residuos sólidos)

Tratamiento de residuos sólidos urbanos

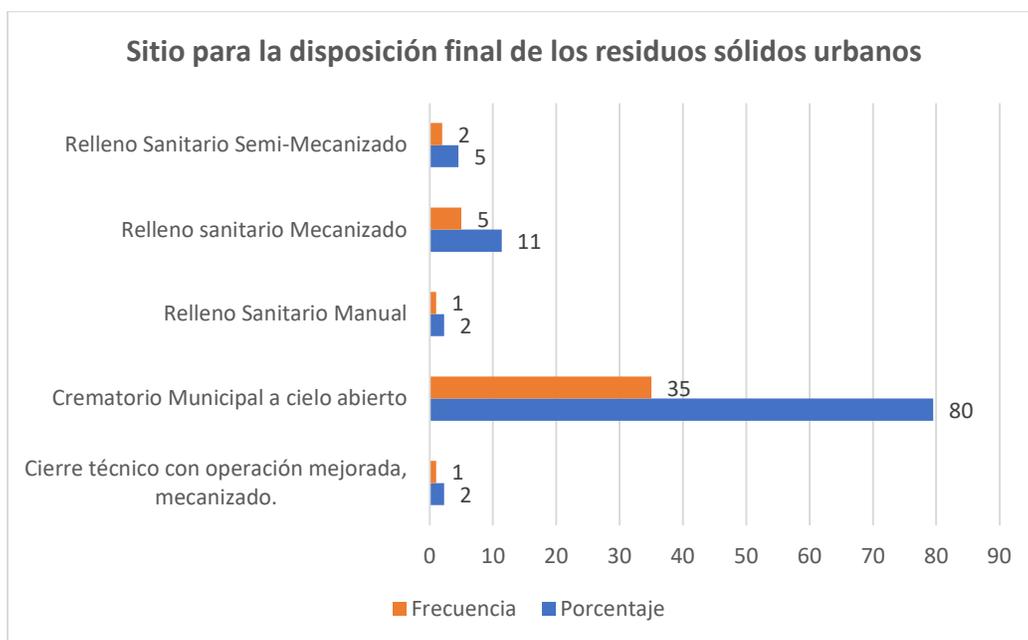
Cuando nos referimos al tratamiento de residuos sólidos, consideramos que existe la posibilidad de recuperar material con algún valor económico, otro tipo es recuperar energía o neutralizar residuos que contienen sustancias peligrosas, entre otros, de este modo, para Honduras se muestra que un 63% de los municipios no realizan ningún tipo de tratamiento, un 30% realizan recuperación y reciclado, un 2% realizan recuperación únicamente, reciclado e incineración, finalmente un 5% realizan la disposición final en un relleno sanitario.



Gráfica 42. Tipo de tratamiento de residuos sólidos utilizados/recolectados

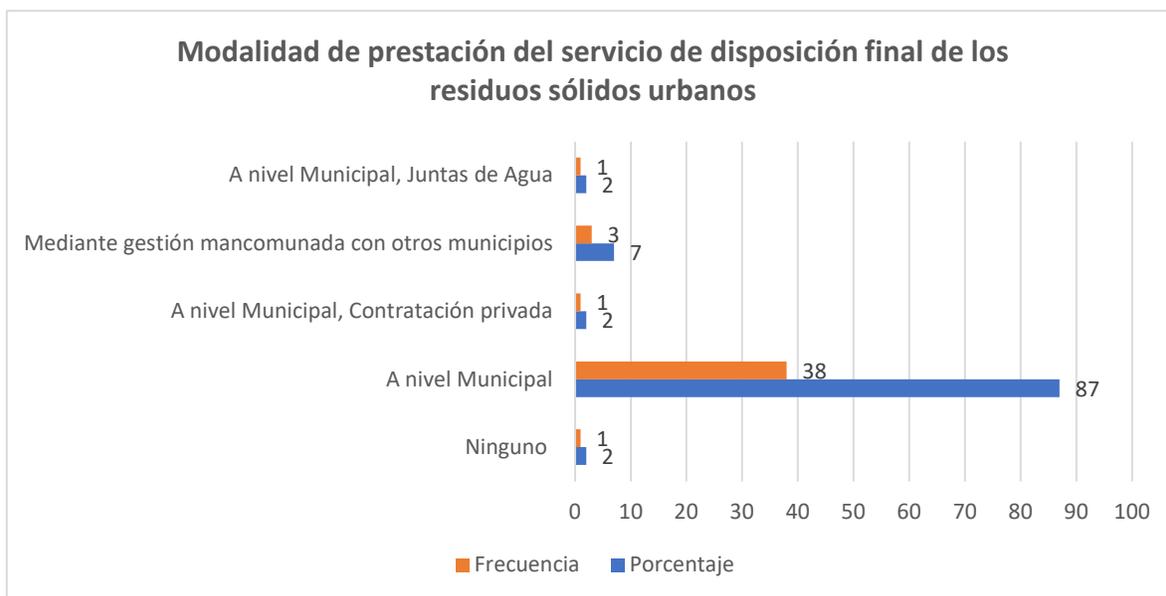
Disposición final de residuos sólidos urbanos

Finalmente, y en el orden de una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos, llegamos a la última etapa en la gestión, identificada como la disposición final de los residuos sólidos, esta comprende una serie de operaciones orientadas al depósito permanente de los residuos sólidos en sitios diseñados para tal fin, que ya no tienen ningún valor económico, en este sentido, un 11% cuentan con relleno sanitario mecanizado, un 5% Rellenos sanitarios semi-mecanizado, un 2% manejan relleno sanitarios manual, el 2% con un sitio de disposición final identificado como Cierre técnico con operación mejorada mecanizado y finalmente un 80% de los municipios no cuentan con un sitio adecuado para la disposición final, denominados “crematorios municipales a cielo abierto” (ver grafica 43).



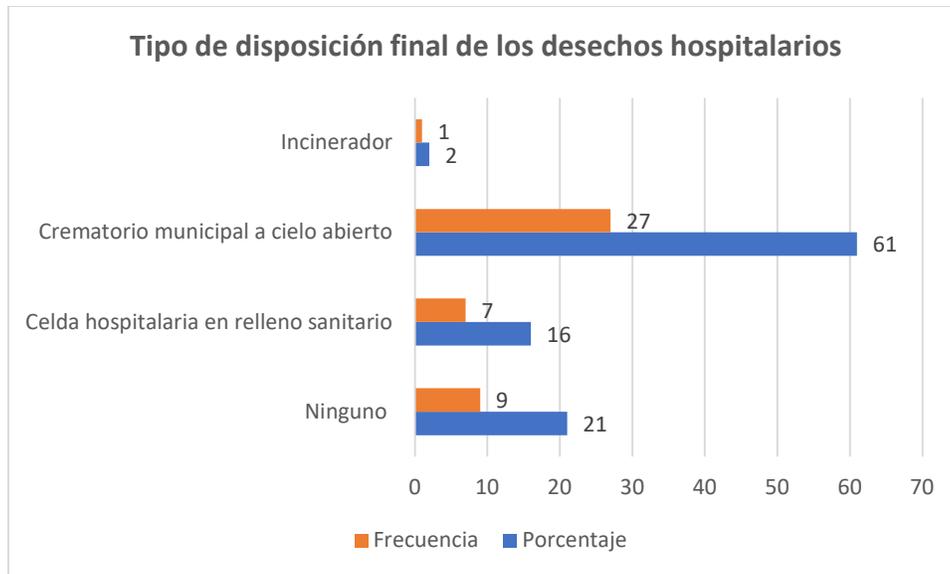
Gráfica 43. Tipos de sitio para la disposición de los residuos sólidos urbanos

De la misma manera, se consultó la modalidad del manejo del sitio de disposición final de los residuos, para ello se muestra, que el 87% es manejado directamente por los gobiernos locales municipales, un 7% se gestiona mediante mancomunidad de municipios, un 2% con mediante la gestión privada, un 2% a través de Juntas Administradoras de Agua y, finalmente un 2% no maneja ninguna modalidad para la disposición final de los residuos sólidos urbanos (ver grafica 44).



Gráfica 44. Modalidad de prestación del servicio de disposición final de los residuos sólidos urbanos

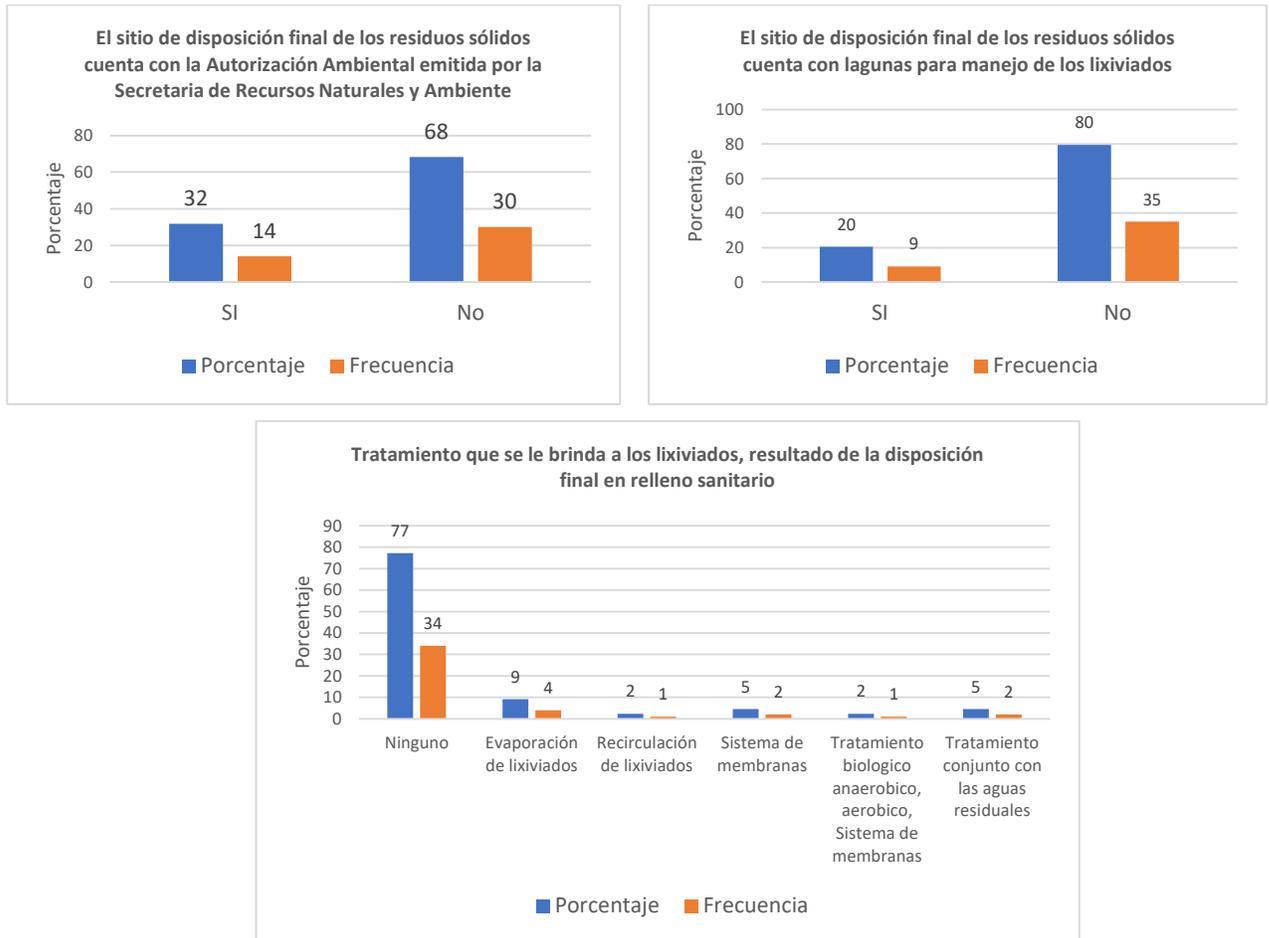
Otro aspecto fundamental, es el sitio de disposición final destinado para los desechos hospitalarios donde se debe contar como mínimo con celdas para desechos no patológicos y fosas para los desechos patológicos, en tal sentido la disposición final más común que se le brinda a los desechos hospitalarios es de 61% (27 municipios) en Crematorios Municipales a Cielo Abierto, el 21% (9 municipios) ningún tipo de disposición final, y un 16% (7 municipios) hacen uso de celdas hospitalarias en rellenos sanitarios, finalmente un 2% (1 municipio) utiliza el método de incineración, esta acción se implementó a partir del año 2022 por el Municipio de Puertos Cortes, Cortes, quien presta este servicio a los Hospitales públicos, clínicas, centros de salud públicos, hospitales privados, laboratorios, clínicas odontológicas, odonto-técnicas, veterinarias, centros de preparación de cadáveres los que bajo el marco legal están obligados a realizar un manejo diferenciado de este tipo de desechos bio-infecciosos.



Gráfica 45. Tipo de disposición final de los desechos hospitalarios en los municipios

En cuanto a la gestión ambiental para el manejo de los sitios de disposición final, consideramos que es de vital importancia reducir los problemas de contaminación en los sitios destinados para la disposición final de estos residuos, además de del manejo de los lixiviados, en este sentido, valoraremos el hecho de contar o no con las respectivas autorizaciones ambientales, donde un 32% dispone de una autorización ambiental emitida por la SERNA, generalmente estos sitios son conocidos como rellenos sanitarios y cuentan con todas las medidas de seguridad, diseños apropiados y cumplen con la normativa para su operación y el 68% se han limitado para realizar este trámite, sea porque el sitio no es apto o no cumplen con la normativa nacional (crematorios municipales). En consecuencia, en los sitios de disposición final se generan líquidos llamados lixiviados, para ello se deben contar con infraestructuras y tecnologías para su tratamiento, por consiguiente, el 20% de los sitios de disposición final cuentan con lagunas para el manejo de los lixiviados versus el 80% que no ningún tipo de sistema de tratamiento, consecuentemente, en cuanto al tipo de tratamiento que se le brinda a los lixiviados entre los más representativos están en mayor proporción el 77% que no realizan ningún tipo de tratamiento (estos lo relacionamos con el no uso de lagunas para su manejo), el 9% utiliza la evaporación de lixiviados, considerando para ello las condiciones climáticas con altas temperaturas y el sobredimensionamiento de las lagunas para

evitar desbordamiento de los lixiviados, seguidamente la recirculación en un 2% donde se realiza mediante un sistema de bombeo volver a depositar los lixiviados en el área de la trinchera y este vuelva a las lagunas a través del sistema de tuberías para su canalización, etc.



Gráfica 46. Autorización ambiental y manejo de lixiviados de los sitios de disposición final

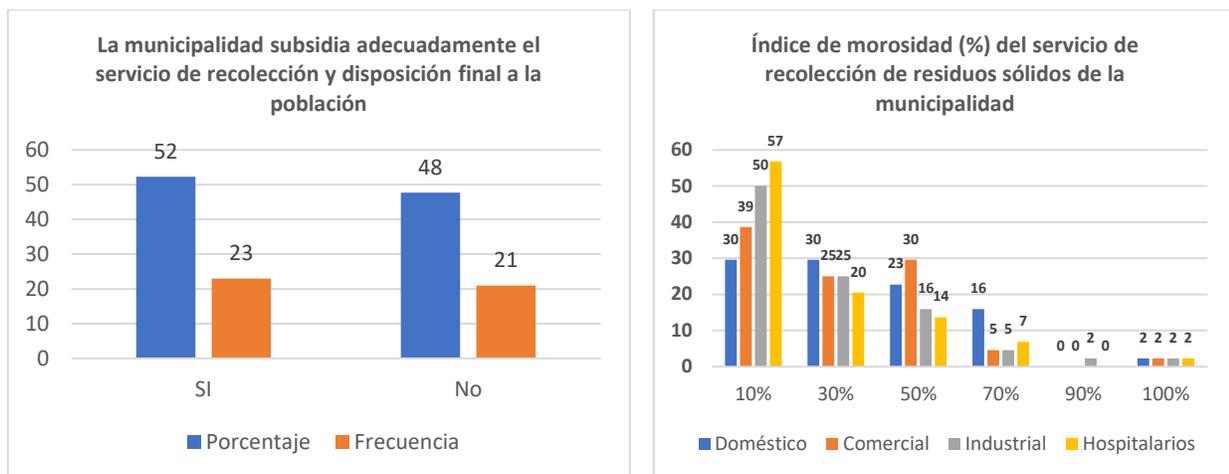
Aspectos económicos-financieros

Uno de los aspectos importantes en la gestión y manejo de los residuos sólidos, para que el sistema sea sostenible financieramente es el “aspecto económico-financiero”, este se refiere a los costos de operación del sistema y la tasa por el servicio prestado a la población, en la medida que la población paga su servicio el sistema de vuelve sostenible y por ende, el servicio prestado es eficiente, en cambio, sí existe morosidad en el pago del servicio por parte de la población, este no cumple con su funcionalidad y provoca problemas sociales y ambientales en el

entorno de la localidad donde se presta el servicio, por ejemplo, el surgimiento de botaderos clandestinos o ilegales, conocidos como sitios críticos para el depósito no autorizado de los residuos sólidos.

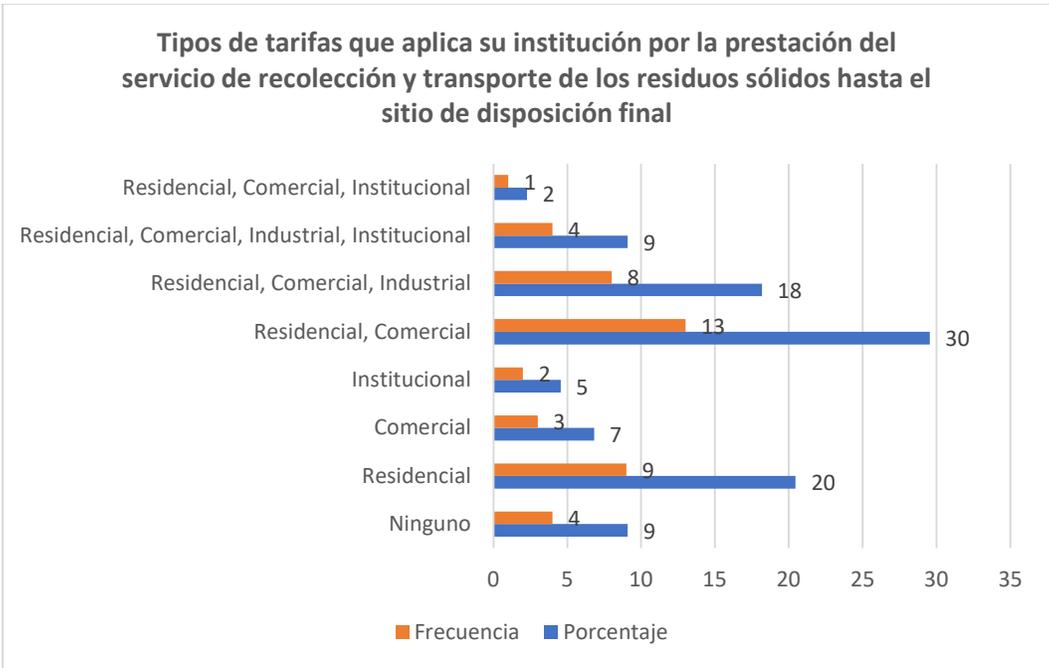
De acuerdo a la descripción anterior, para nuestro estudio se identificó que un 52% de los municipios subsidian el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos y el 48% logran recibir el pago por la tasa de prestación del servicio a la población, esto nos muestra que la tasa de morosidad de la población es alta en comparación a la responsabilidad que tienen para pagar por un servicio brindado por la municipalidad o cualquier entidad responsable de la gestión y manejo de los residuos sólidos; en cuanto al índice de morosidad podemos observar que el mayor porcentaje de morosidad se ubica entre el 10% y el 50% en la mayoría de los municipios, por lo que, se relaciona directamente con la tasa que las municipalidades subsidian en el costo del servicio de recolección que ronda en el 52%.

Por lo tanto, podemos observar que la relación del índice de morosidad en relación a los costos que cubren los municipios se ven claramente en las gráficas siguientes, donde se observan similitudes significativas en los valores, siendo en menor cantidad los municipios que subsidian más del 50% de los costos del servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos.



Gráfica 47. Índice de morosidad versus costo subsidiado por la municipalidad

Seguidamente, analizaremos el tipo de tarifa implementados en los municipios de Honduras, donde la población paga un valor económico por recibir el servicio de recolección de los residuos sólidos, en este sentido los municipios han categorizado el tipo de tarifas que son aplicadas, de acuerdo a la actividad económica que se desarrolla en cada uno de ellos, los tipos de tarifas identificados son residencial, comercial, industrial e institucional, sin embargo, no todas las municipalidades cuentan con todos los tipos de tarifas, por lo que un 30% cuenta con tarifas residencial y comercial, el 18% cuentan con tres tipos de tarifas residencial, comercial e industrial, un 9% cuentan con las tarifas residencial, comercial, industrial e institucional, un 2% son tarifas residencial, comercial e institucional, además de manera individual cuentan con tarifas específicas como residencial un 20%, comercial un 7%, institucional un 5% y finalmente un 9% no tienen ningún tipo de tarifa establecido.

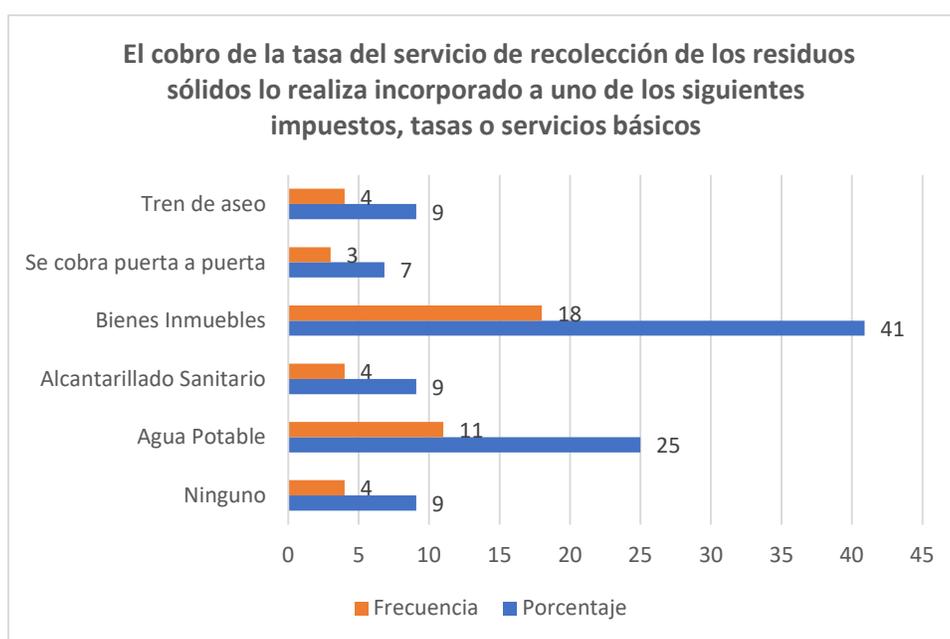


Gráfica 48. Tipos de tarifas que aplica su institución por la prestación del servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos

En este sentido, los gobiernos locales para determinar la tarifa consideran varios factores que permiten establecer tarifas de acuerdo a las condiciones y capacidad económica de cada municipio, en efecto para este tipo de costos se toman en

cuenta la cantidad de días de recolección por semana, valor del bien inmueble, y la cantidad de residuos recolectados, entre otros.

Por consiguiente, para el cobro de la tarifa o costo del servicio de tren de aseo, las municipalidades lo realizan incorporado en los bienes inmuebles (41%), alcantarillado sanitario (9%), agua potable (25%), tren de aseo (9%) en su mayoría, además, en algunos municipios realizan el cobro de manera directa al usuario (7%) (cuando pasa el tren de aseo por cada vivienda) y un 9% no realizan ningún tipo de cobro.



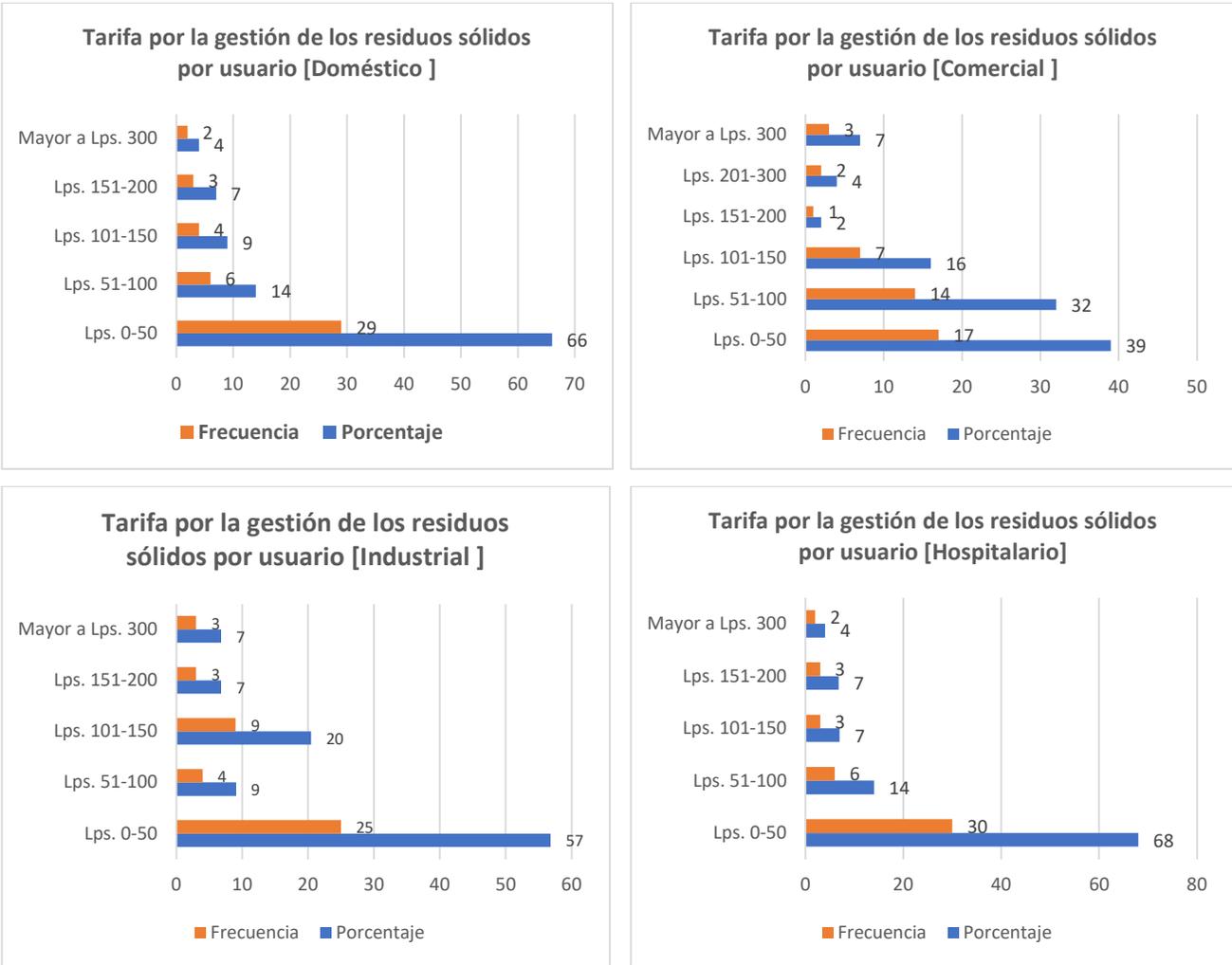
Gráfica 49. Forma de realizar el cobro de la tasa del servicio de recolección de los residuos sólidos

Ahora bien, ya analizado el tipo de tarifa y forma de cobro nos centraremos en el valor de la tarifa, para ello se definen diferentes valores para cada actividad realizada en el sistema de gestión de residuos, como barrido de calles, el servicio de recolección y transporte, tipo de tratamiento (cuando aplica) y finalmente la disposición final; en este sentido, *la tarifa para el sector doméstico se define desde Lps. 0-50.00 en un 66%, Lps. 51.00-100.00 en un 14%, Lps. 101.00-150.00 en un 9%, Lps. 151.00 -200.00 en un 7% y Mayor a Lps. 300.00 el 4%.*

La tarifa para el sector comercial las tarifas definidas son Lps. 0-50.00 en un 39%, Lps. 51.00-100.00 en un 32%, Lps. 101.00-150.00 en un 16%, Lps. 151.00 -200.00 en un 2%, Lps. 201.00-300.00 el 4% y Mayor a Lps. 300.00 el 7%.

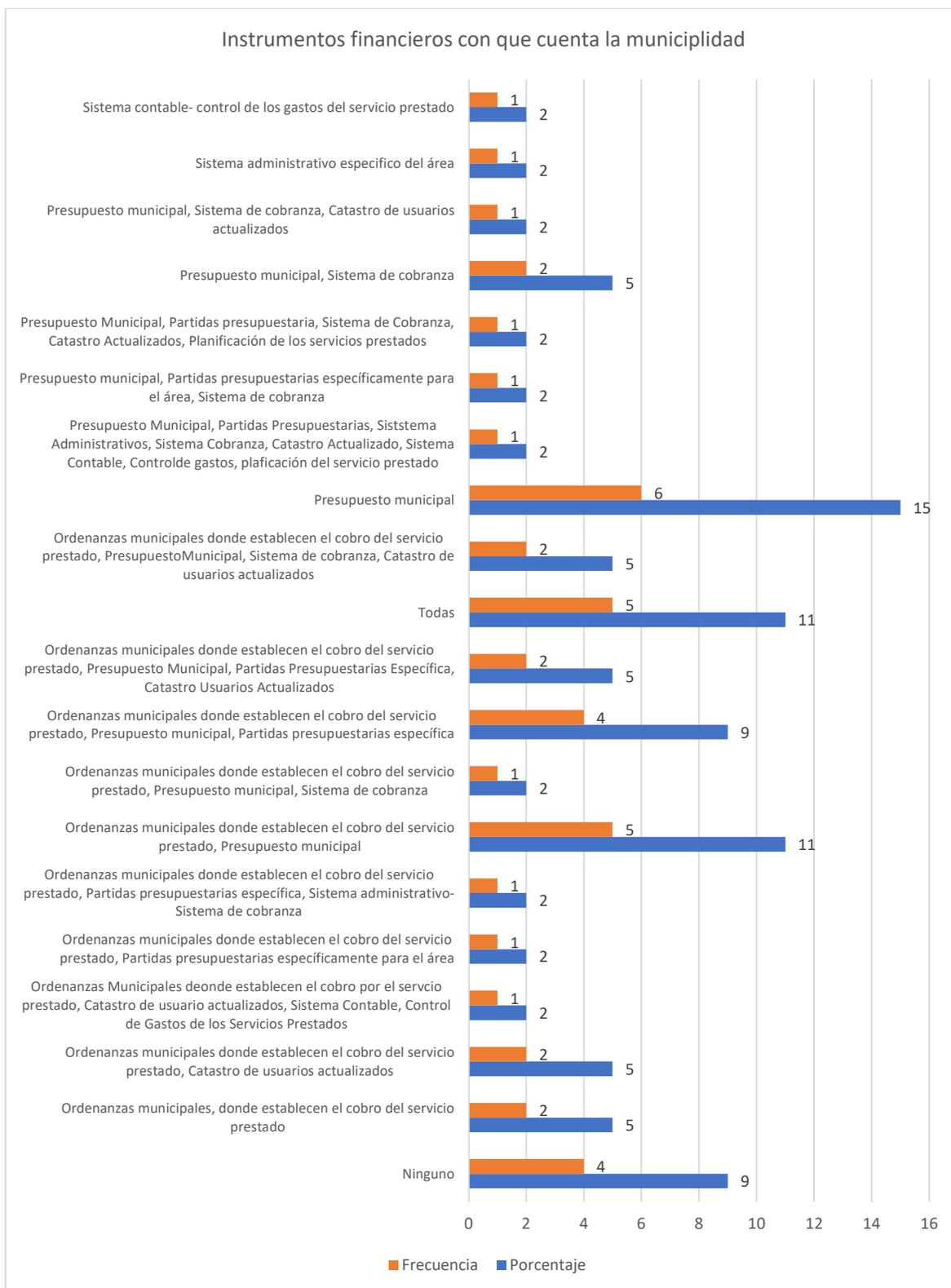
La tarifa del sector industrial es la siguiente Lps. 0-50.00 en un 57%, Lps. 51.00-100.00 en un 9%, Lps. 101.00-150.00 en un 20%, Lps. 151.00-200.00 en un 7%, y Mayor a Lps. 300.00 el 7%.

Y finalmente para el sector hospitalario se tienen las siguientes tarifas Lps. 0-50.00 en un 68%, Lps. 51.00-100.00 en un 14%, Lps. 101.00-150.00 en un 7%, Lps. 151.00-200.00 en un 7%, y Mayor a Lps. 300.00 el 4%.



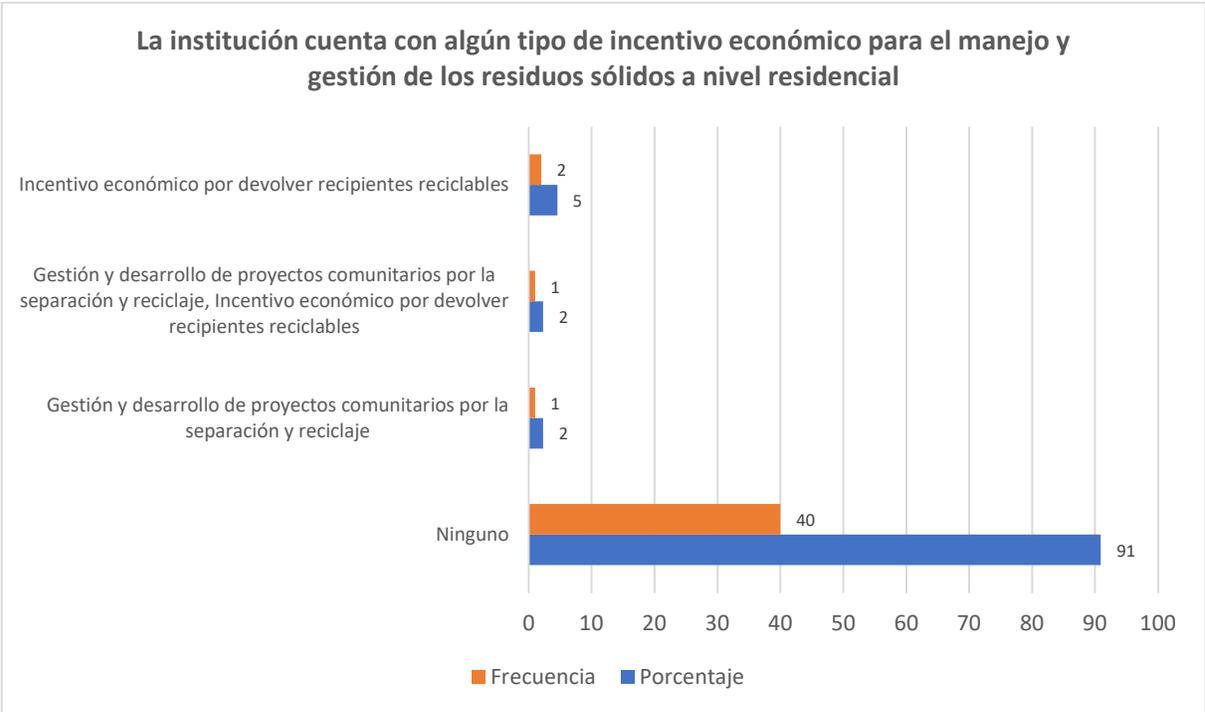
Gráfica 50. Valor de la tarifa por sector doméstico, comercial, industrial y hospitalario

Las municipalidades para manejar de manera eficiente el sistema de gestión de los residuos sólidos, han definido algunos instrumentos financieros que son fundamentales para la buena administración, es por ello, que se cuenta con presupuesto municipal, sistema de cobranza, catastro de usuarios actualizados, partidas presupuestarias específicamente para el área, control de gastos, planificación del servicio prestado, ordenanzas municipales y planes de arbitrios municipales; estos instrumentos permiten a los gobiernos locales establecer las tarifas, el cobro y la administración del mismo.



Gráfica 51. Instrumentos financieros con que cuenta la municipalidad

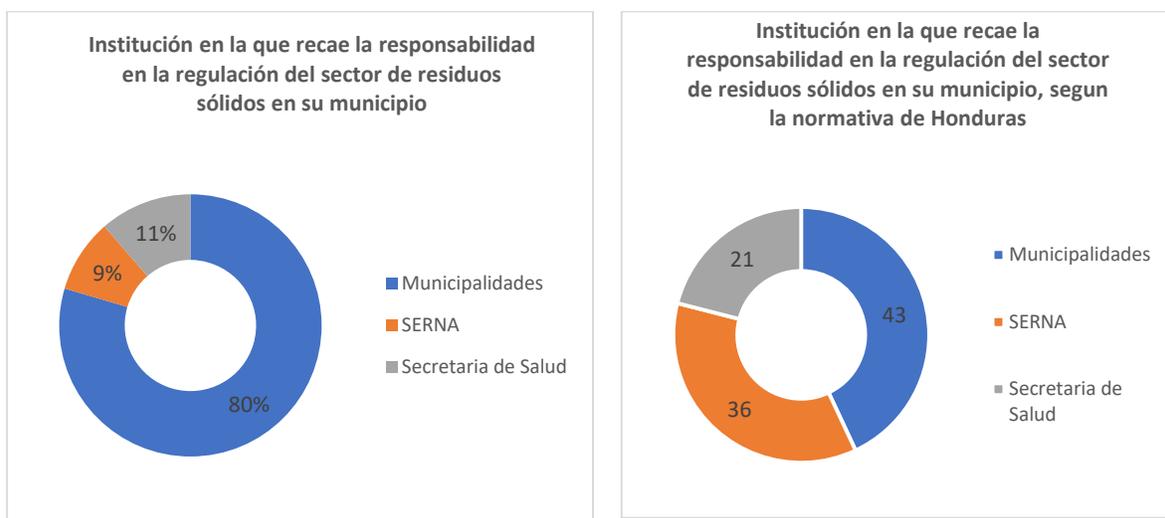
Además, de los instrumentos que permite la gestión de la tarifa desde su establecimiento hasta su administración, se ha analizado la posibilidad de contar con algún incentivo económico para que la población desarrolle una gestión adecuada de los residuos desde la fuente de origen, por lo que, según los técnicos municipales el 91% de los municipios no cuentan con ningún tipo de incentivo, el 2% vincula la gestión y desarrollo de proyectos comunitarios por la separación y reciclaje de los residuos sólidos, un 2% gestión y desarrollo de proyectos comunitarios por la separación y reciclaje de los residuos sólidos con incentivos económico por devolver recipientes reciclables, y el 5% solo cuentan con incentivos económico por devolver recipientes reciclables, se logró observar que es una actividad de poco interés para los gobiernos locales, se podría analizar que influyen aspectos como el no disponer de una estrategia que permita lograr la participación y vinculación del desarrollo de las comunidades bajo un esquema de beneficios entorno a las acciones orientadas a la gestión de los residuos sólidos y mejorar la calidad de vida de la población, fomentando oportunidades de emprendimiento y generación de empleo.



Gráfica 52. Incentivo económico para el manejo y gestión de los residuos sólidos a nivel residencial

Aspectos Institucionales-legales

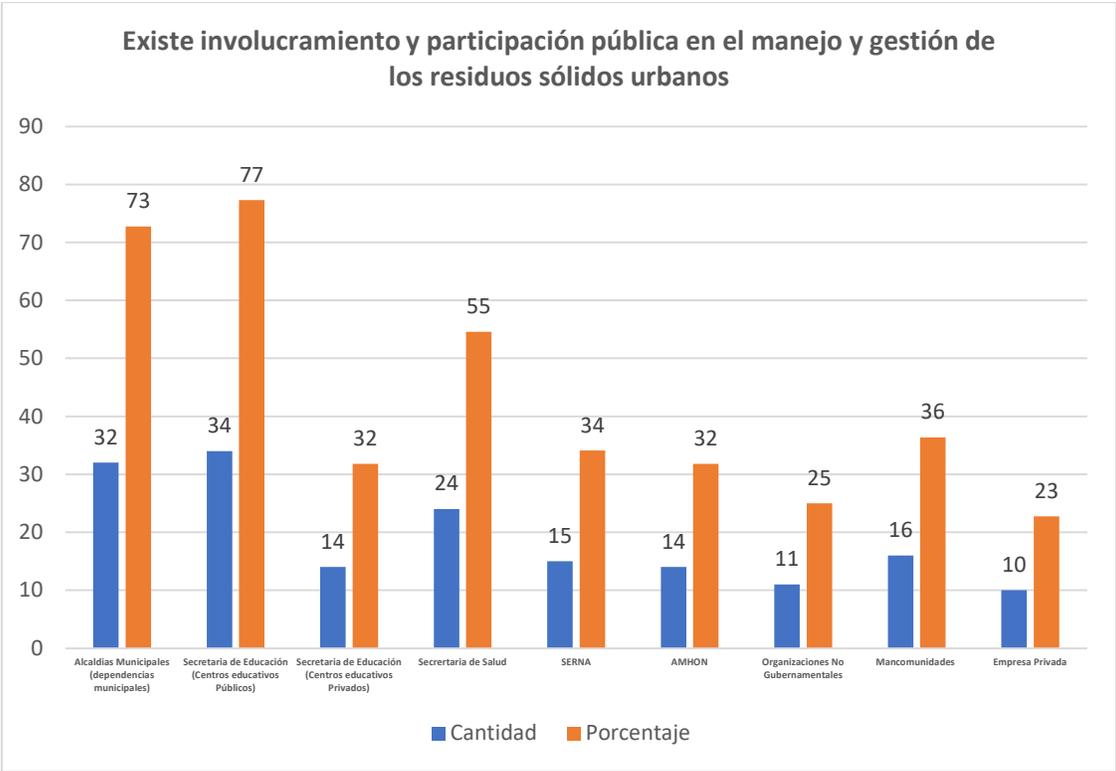
Con relación a los aspectos institucionales, se abordó el tema bajo el entendido del apoyo del gobierno central, la participación del sector público en los municipios, y su nivel de incidencia en las actividades vinculadas con la gestión de los residuos sólidos urbanos. Para iniciar, se consultó a los técnicos municipales de acuerdo a su conocimiento y experiencia, sobre que institución recae la responsabilidad en la regulación del sector de residuos sólidos urbanos en los municipios, en este sentido se detalla que el 80% es responsabilidad exclusiva de las municipalidades, un 11% de la Secretaria de Salud y un 9% de la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA); y según la normativa detallan que el 43.2% es responsabilidad exclusiva de las municipalidades, el 36.4% la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y el 20.5% de la Secretaria de Salud, como podemos observar en ambas preguntas, la responsabilidad recae en mayor proporción a los municipios como gobiernos locales, y en cuanto a lo establecido en Acuerdo ejecutivo No. 1567-2010 Reglamento del Manejo Integral de los residuos sólidos, deja claramente que la responsabilidad del manejo y gestión de los residuos sólidos comunes es de las municipalidades con asistencia técnica de la dependencias de la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).



Gráfica 53. Institucionalidad en quien recae la responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos urbanos

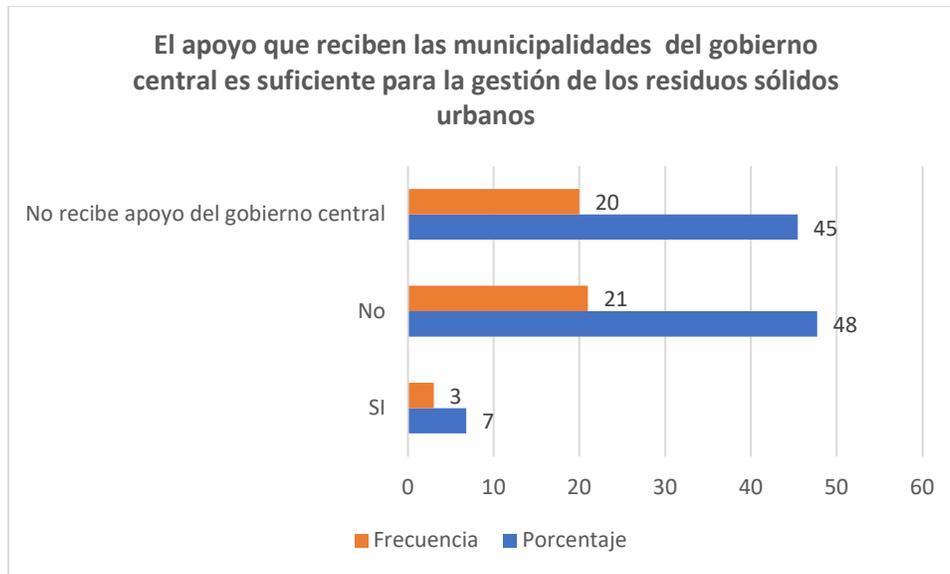
En cuanto a la participación de las instituciones públicas en el manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos, se han identificado las siguientes Alcaldías

Municipales (a través de sus dependencias municipales), Secretaria de Educación (a través de los diferentes centros educativos públicos y privados), Secretaria de Salud, Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), Asociación de Municipio de Honduras (AMHON), Organizaciones No Gubernamentales, Mancomunidades y la Empresa Privada; en el siguiente gráfico, se muestra un nivel de participación de cada una de las diferentes instancias públicas y privadas en menor o mayor incidencia en los municipios, sin embargo, la mayor participación está representada por la Secretaria de Educación (Centros educativos públicos 77%- 34 municipios) y las Alcaldías Municipales (73%- 32 municipios).



Gráfica 54. Involucramiento y participación pública en el manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos

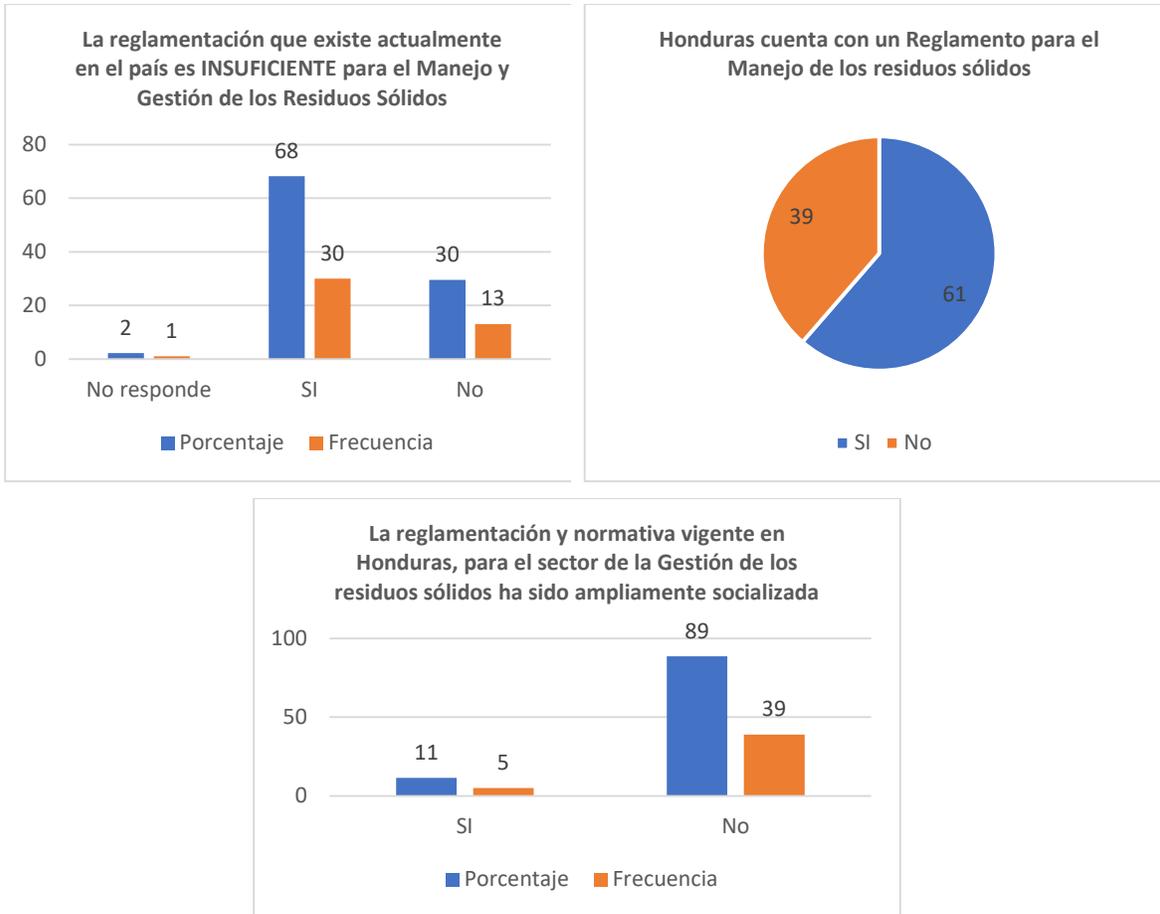
Relacionado al financiamiento del gobierno central, se consultó si el apoyo que reciben es suficiente para la gestión de los residuos sólidos urbanos, donde el 48% de los municipios detallan que NO es suficiente, el 7% han expresado que sí, sin embargo, el 45% concluyen que no reciben apoyo del gobierno central.



Gráfica 55. Reciben apoyo del gobierno central para la gestión de los residuos sólidos urbanos

En relación a la temática legal, para Honduras de manera puntual *no se cuenta con una Ley para la Gestión de los Residuos Sólidos (aprobada y ratificada)*, y la normativa que actualmente existe se limita básicamente a un Acuerdo ejecutivo No. 1567-2010 Reglamento del Manejo Integral de los residuos sólidos, donde define puntualmente las responsabilidades para cada una de las instituciones, además estas no están ampliamente socializados a nivel de país, principalmente a los responsables de la gestión de los residuos sólidos urbanos y aunado a ello existe una inestabilidad laboral alta en los gobiernos locales, lo que tiene como resultado la inestabilidad en la continuidad a los procesos de formación y capacitación en temas relacionados a la gestión de los residuos sólidos.

En este sentido, se cuenta otras normativas que tienen un grado de incidencia en la gestión de los residuos sólidos urbanos como el Decreto 131-11 de 1982 la Constitución de la República, Decreto 65-91 Código de Salud, Decreto No. 104-93 Ley General del Ambiente y su Reglamento General de la Ley del Ambiente, Acuerdo No. 94-97 Reglamento de Salud Ambiental, Acuerdo 06-2005 Reglamento para el Control Sanitario de Productos, Servicios y Establecimiento de Interés Sanitario, entre otros.

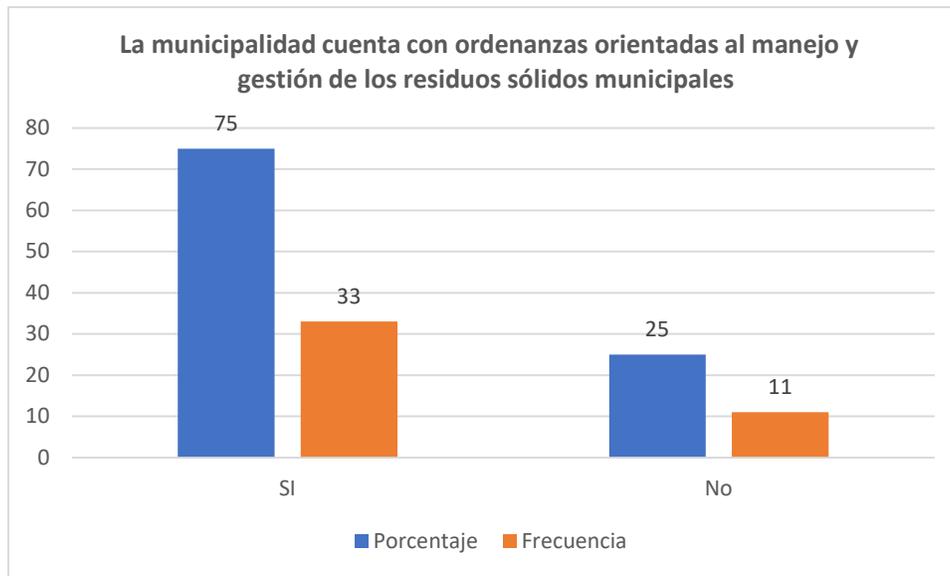


Gráfica 56. Normativa de la Gestión integral de los residuos sólidos

A nivel de los gobiernos locales, se manejan ordenanzas las que se consideran leyes o reglamentos locales emitidos a través de las Corporaciones Municipales, siempre bajo la dirección de las leyes o normativas nacionales, es importante detallar que estas ordenanzas sólo se ejecutan dentro del área territorial geográfica del término municipal dónde son emitidas, por lo tanto, no pueden ser aplicadas fuera de ellos, ya que pierden su legalidad y funcionalidad, es por ello, que algunos municipios han generado ordenanzas municipales orientadas al manejo y gestión de los residuos sólidos municipales, en términos del estudio el 75% de los municipios cuentan con ordenanzas en esta temática y el 25% no han generado ningún tipo de ordenanza orientada al manejo y gestión de los residuos sólidos.

Principalmente las ordenanzas existentes se centran en la No quema de basura a cielo abierto o vías públicas, viviendas; manejo de los desechos hospitalarios;

creación de botaderos a cielo abierto, instalación de chatarreras (recicladoras) en sitios no adecuados y/o autorizados, entre otras.



Gráfica 57. Ordenanzas Municipales

Aspectos Social y Ambiental

La buena gestión de los residuos permite reducir los costos ambientales a las instancias responsables de su gestión, mediante la promoción de buenas prácticas y la implementación de mejores técnicas disponibles, no obstante, la educación ambiental debe trascender hacia la cultura ambiental inculcada desde el nivel educativo más pequeño hasta el más grande, además de procesos de capacitación informal a la población comunitaria para que las acciones de los actores redunden en una gestión de residuos sólidos que vaya en línea con la economía circular.

En este sentido, es demandante contar con campañas educativas precisas, cortas y contundentes, otro factor determinante, es que los planes de gestión integral de residuos sólidos deben ser vinculantes entre el Estado, la empresa privada y los ciudadanos (Bartra, J. et al, 2020).

Al referirnos al aspecto socio-ambiental, en los municipios en su mayoría se ha hecho poca o nula incidencia, no se cuenta con planes de educación y sensibilización ambiental, involucramiento de la población en cada una de las etapas de la gestión de los residuos sólidos urbanos, y por ello la participación es

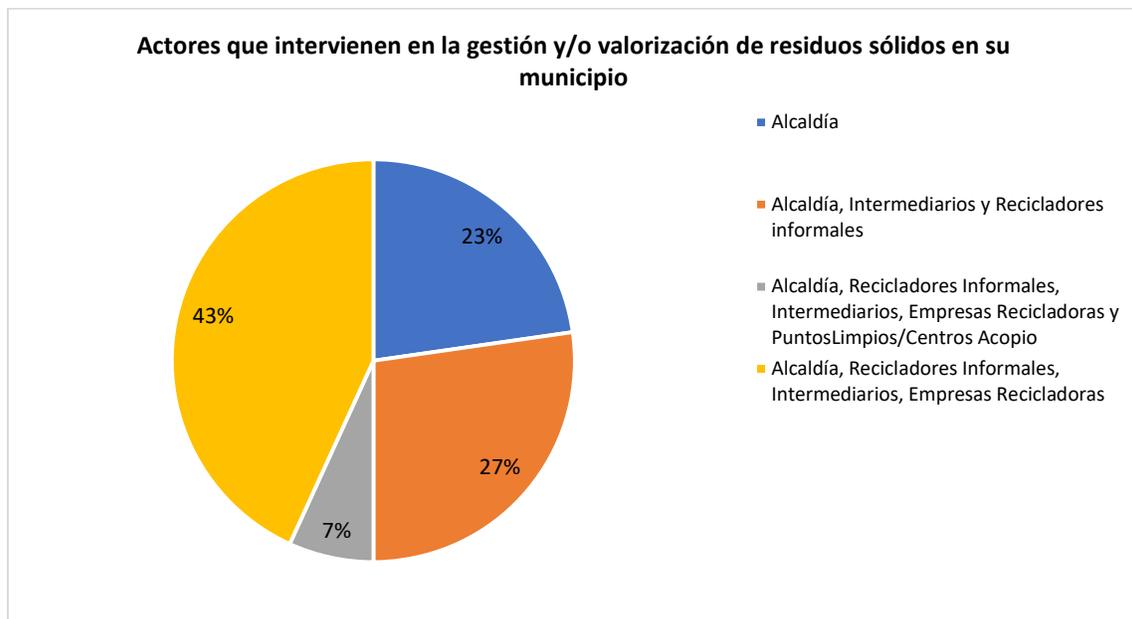
determinante para lograr una adecuada gestión de los residuos, considerando que los actores involucrados son los generadores y los gestores de los residuos, en este sentido, el objetivos de la gestión debe ir enmarcada en la reducción de los residuos en la fuente, la reutilización y la valorización de los residuos sólidos.

Fundamentalmente, las acciones de educación ambiental son la base para promover la valorización de los residuo sólidos, la importancia que estos tienen para la economía de los municipios, además de la generación de empleo informal que generan las actividades de recuperación y reciclaje, es determinante identificar quienes son los actores que se ven involucrados en esta etapa de la gestión, consecuentemente podemos decir que las Alcaldías Municipales se relacionan de manera directa e indirecta con cada actor, desde recicladores informales hasta empresas recicladoras, por lo que se detalla a continuación el nivel de participación de cada uno, donde las Alcaldías Municipales tienen un 23% de manera directa, involucrándose en acciones de educación y sensibilización ambiental en los centros educativos y sociedad civil (organización comunitarias) donde se busca lograr la separación y reciclaje de los residuos sólidos, además del desarrollo de prácticas de recuperación y reciclaje por parte del personal recolector de cada una de las unidades de transporte durante prestan el servicio público de recolección y transporte, un 43% existe participación indirecta de la Alcaldía municipal, pero con los Recicladores Informales, Intermediarios y las Empresas Recicladoras; un 27% existe relación entre la Alcaldía Municipal, Intermediarios y Recicladores informales; finalmente un 7% se identificó la integración de puntos limpios o Centros de acopio (sitios donde se gestiona los residuos de manera organizada a nivel de comunidades o centros educativos), la Alcaldía, Recicladores Informales, Intermediarios y Empresas Recicladoras.

Considerando la alta tasa de generación per cápita de los residuos sólidos en los municipios, el no establecer acciones de reducción en la fuente ni recuperación y reciclaje, ha provocado un crecimiento acelerado en cuanto a la cantidad desmedida de residuos sólidos, sin duda alguna, complica a las alcaldías municipales encargadas de gestionar los residuos de las zonas urbanas, es por ello que para

minimizar sus impactos ambientales, económicos y sanitarios, se considera oportuno el establecimiento de alianzas estratégicas con los actores clave del sector.

En este sentido la participación directa o indirecta de los gobiernos locales es fundamental en cada una de las etapas de la GIRS, donde se promueva e incentive la valorización de los residuos sólidos a través de su aprovechamiento con grupos organizados y empresa recicladoras, inculcando la economía circular como una alternativa para promover el empleo, emprendimiento y el cuidado al medio ambiente.

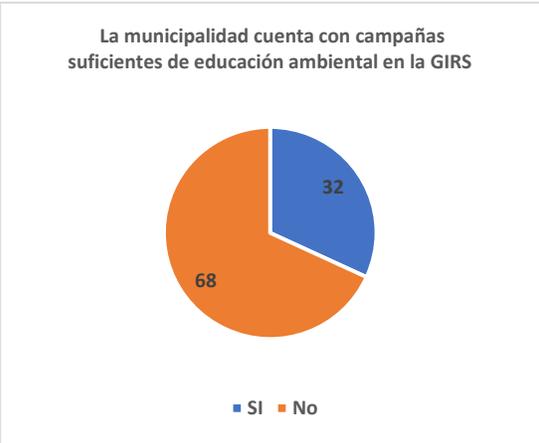


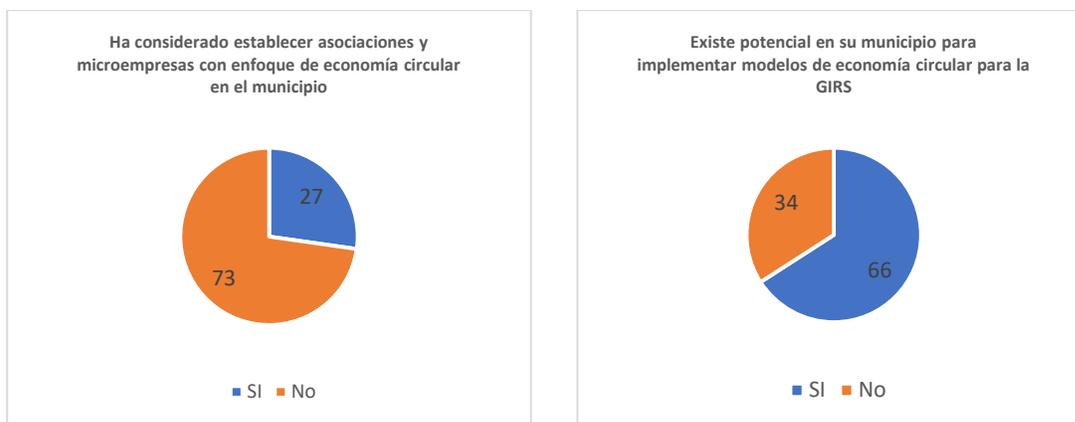
Gráfica 58. Actores que intervienen en la gestión y/o valorización de residuos sólidos en su municipio

Algunas alcaldías municipales, han desarrollado acciones, aunque de manera aislada, pero efectivas en algunas zonas de los municipios como el sector educativo y barrios y colonias, a través de la conformación de Comités Ambientales, como ejemplo, podemos mencionar los Comités ambientales escolares, los que son garantes de las actividades de separación, recuperación y reciclaje de los residuos valorizables en las horas de recreo en cada centro educativo, tal es el caso del Municipio de Comayagua. Por ende, un tema de interés, es el hecho de realizar campañas de educación ambiental en la gestión de los residuos sólidos por los municipios, el 68% de los municipios realizan campañas de educación ambiental en

la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos y, por ende, un 32% no lo realizan.

Cuando nos referimos al tema de la valorización de los residuos sólidos urbanos vinculado a las acciones de educación ambiental, buscamos mejorar la gestión de estos, desde un enfoque de economía circular, que permita a la población la generación de fuentes de empleo e ingresos económicos con el objetivo de realizar una adecuada gestión de los residuos sólidos y seguidamente mejorar la calidad de vida de la población que se dedica este tipo de actividades, no obstante, para los municipios en estudio se han realizado consultas en relación a la economía circular, sin embargo, este es un tema que no tiene mucho interés para la población y, por ende, desconocen cuál es la importancia de este tipo de modelo de producción y consumo; en relación a este tema se ha constatado que el 66% de los municipios del estudio tienen potencial para implementar modelos de economía circular, a pesar de lo anterior, podemos mencionar que no existe el suficiente interés (73%) en el establecimiento de asociaciones y microempresas con enfoque de económica circular en el municipio.





Gráfica 59. Educación ambiental, economía circular y asociaciones-emprendimiento

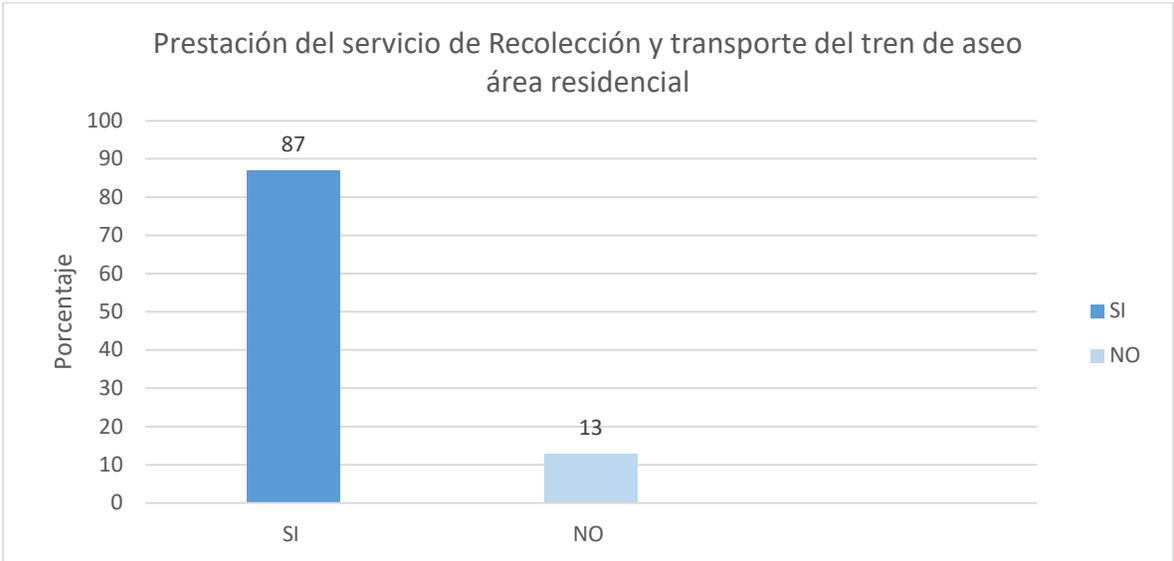
5.1.2 Encuesta poblacional

En la muestra poblacional se presentan los resultados relacionados directamente a la zona de la prestación del servicio por parte de la entidad gubernamental y la percepción de los usuarios, de manera general se identificó que el 86.6% de los municipios reciben el servicio de recolección de tren de aseo con mayor incidencia en la zona urbana del país versus el 13.4% que no lo reciben; en cuanto al nivel de satisfacción de la prestación del servicio público, en este escenario el 64% está conforme con la prestación del mismo, en cambio el 36% restante no está satisfecho por razones propias de la operación del mismo, sin embargo, es importante resaltar que para que el servicio sea eficiente se requiere una alta inversión y requiere la vinculación de la población en cada una de las fases de la gestión de los residuos sólidos; de la misma manera se analizaron el desarrollo de buenas prácticas como la separación de los residuos sólidos donde un 54% realizan acciones de separación de residuos sólidos valorizables, el 38% no realizan ninguna acción y finalmente el 8% desarrolla la actividad algunas veces. No obstante, la población para que gestione adecuadamente sus residuos deben conocer a que se refiere este tema, sin embargo, el 85% si tienen conocimiento y el 11.1% no saben que es la GIRSU, y finalmente el 3.8% no están seguros de conocer o no el tema, o simplemente han escuchado de manera general lo que significa. Y con el fin de fomentar acciones de vinculación social y reutilización de elemento que no usen y considere como residuo, el 72% si estar dispuesto a realizar la donación, un 19% podría considerarlo y un 9% no está de acuerdo en desarrollar esta acción, analizando esta respuesta,

podemos observar que existe un grado de empatía con la necesidad de ser serviciales y compartir con la sociedad.

Prestación del servicio del tren de aseo público

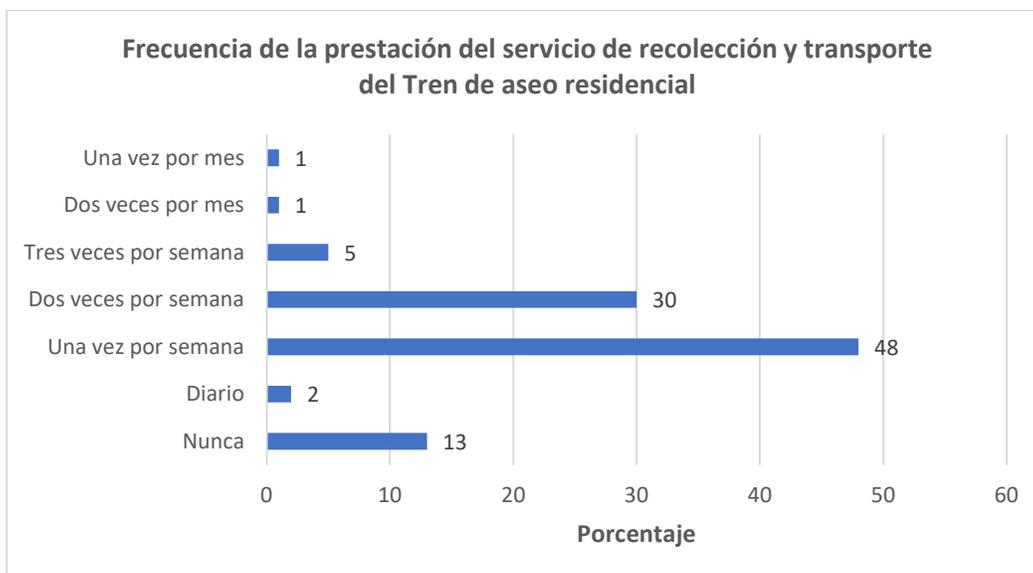
De acuerdo con los datos generados el 87% de los municipios reciben el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos recolección, siendo la actividad de mayor incidencia en las zonas urbanas del país. Además, se resalta la importancia de la participación de los recicladores informales en esta actividad, gestionando principalmente los residuos sólidos aprovechables o con valor económico.



Gráfica 60. Prestación del servicio de Recolección y transporte del tren de aseo

Frecuencia de recolección

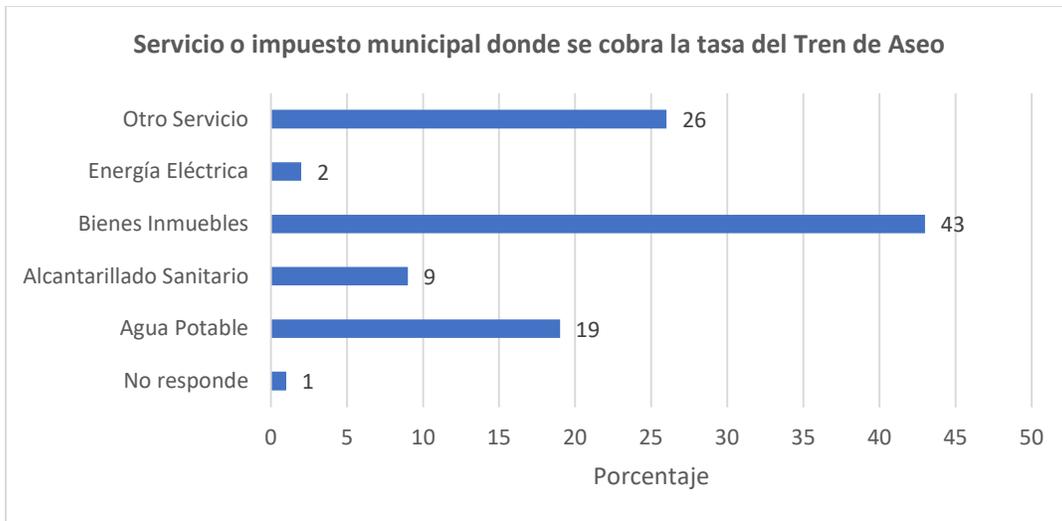
En cuanto a la frecuencia de recolección de residuos sólidos, el 48% es una vez por semana, siendo la que más se presenta en la mayoría de los municipios, seguido de dos veces por semana con un 30%, un 13% nunca reciben el servicio de tren de aseo municipal, el 5% tres veces a la semana, el 1% dos veces por mes, 1% una vez al mes y el 2% de carácter diario.



Gráfica 61. Frecuencia en la prestación del servicio de recolección y transporte de RSU

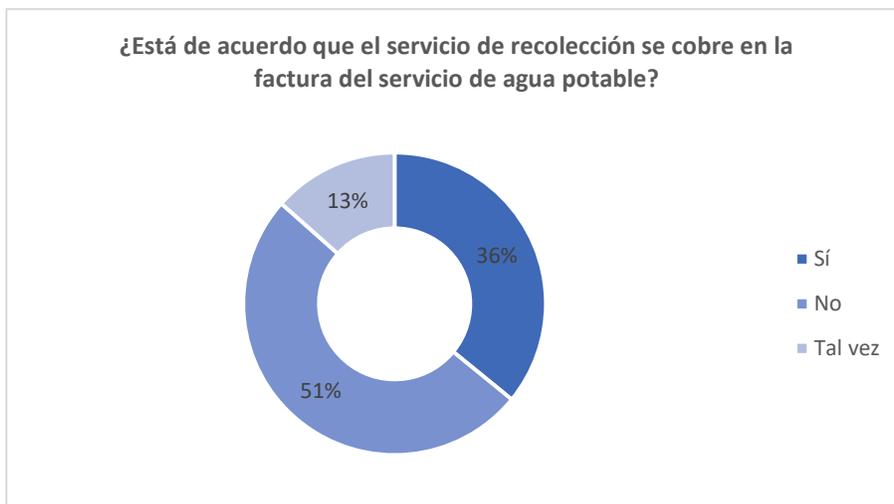
Tasa del servicio de recolección

Al referirnos a la tasa o cobro por el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos, se estimó identificar la manera de la recuperación a través de la incorporación en uno de los servicios o impuestos municipales, para lo que se muestra que el 43% se cobra en los impuestos de bienes inmuebles, este sistema de cobro permite la generación de una mora por falta de pago de los bienes inmuebles ocasionado el subsidio de la prestación del tren de aseo por el gobierno local; el 19% del servicio de agua potable, el 9% en el servicio público de alcantarillado municipal y el 26% de otro servicio, un 2% en el servicio de energía eléctrica y el 1% no responde.



Gráfica 62. Servicio o impuesto municipal donde se cobra la tasa del Tren de Aseo

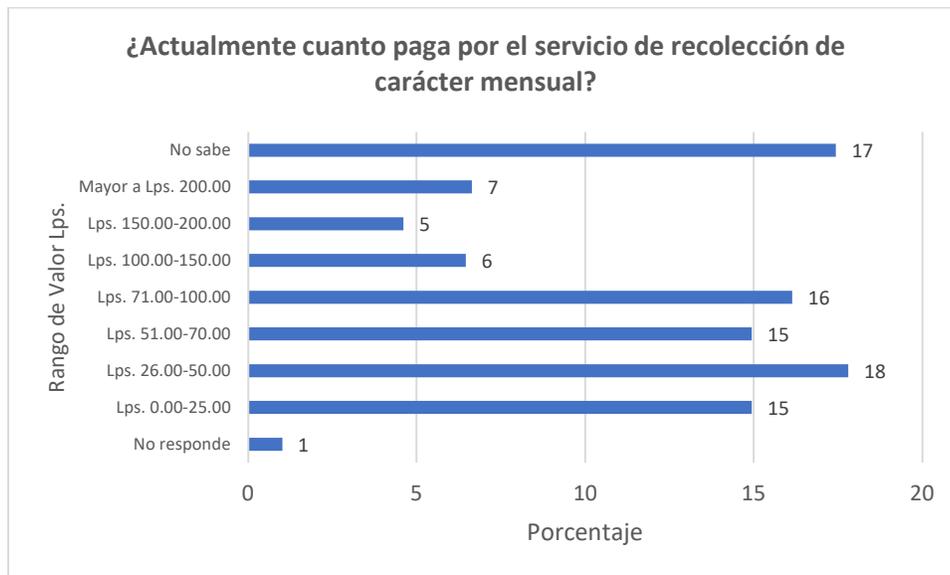
Considerando la alta tasa de morosidad que se presenta en el pago de los bienes inmueble y la baja recuperación de la tasa del tren de aseo municipal, también se logró identificar que uno de los servicios básicos necesarios en la prestación del sistema de agua potable, por lo que se consultó si están de acuerdo en la incorporación de los dos servicios, donde la población en un 36% está de acuerdo, un 13% considera una leve posibilidad y finalmente un 51 % estima no estar de acuerdo.



Gráfica 63. Cobrar el costo del servicio de recolección de RSU en la factura del agua potable

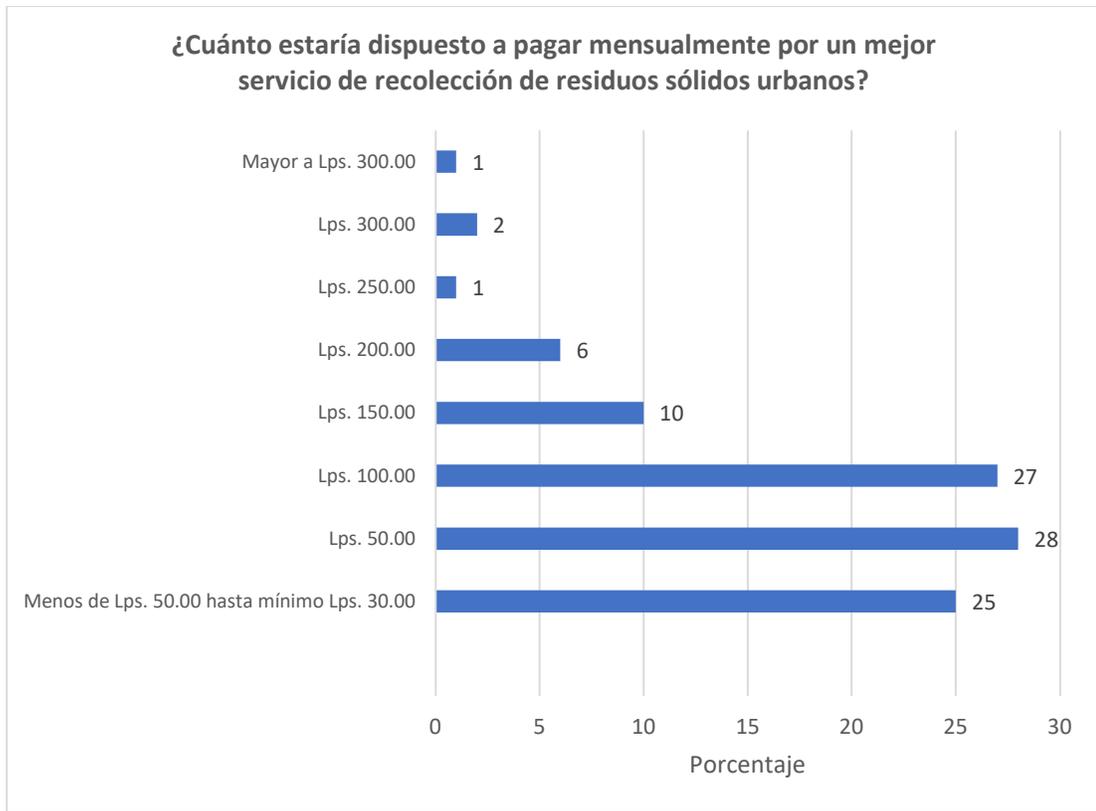
Otro dato importante, es el pago que se realiza por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos (tren de aseo), este valor se determina

generalmente y de acuerdo al valor catastral del bien inmueble, por ende, este cobro se incorpora como parte de los impuestos, lo que genera una alta tasa de morosidad ya que el usuario tiene una baja cultura de pago por el uso de servicios públicos municipales, los valores identificados están desde Lps. 0-25.00 hasta Mayor Lps. 200.00 de carácter mensual.



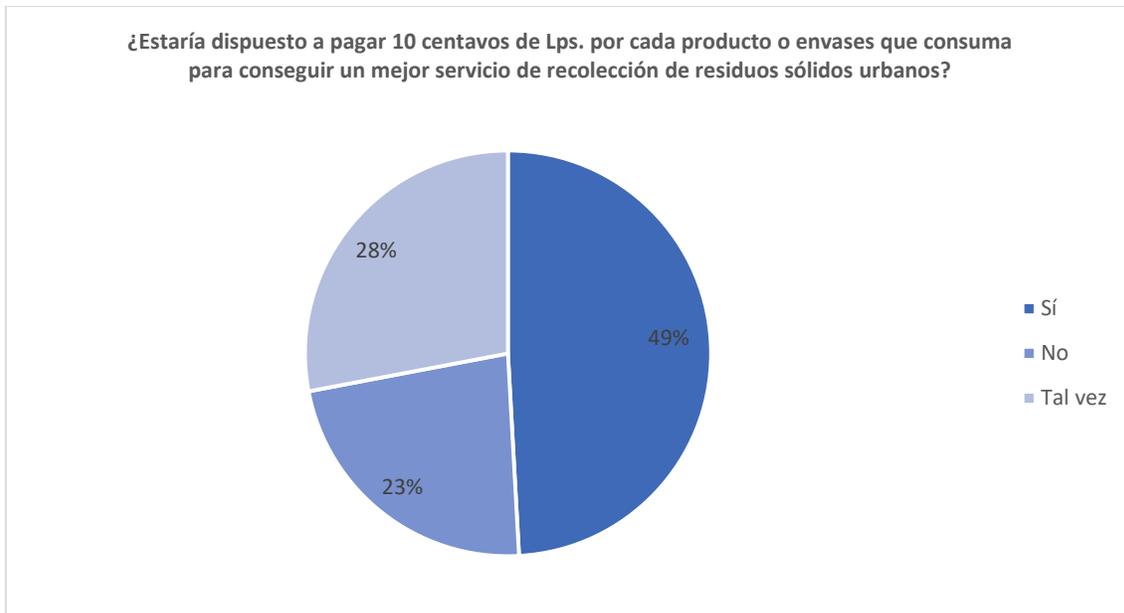
Gráfica 64. Pago que realiza por el servicio de recolección de carácter mensual

Considerando que los gobiernos locales implementen mejoras en el servicio de tren de aseo, se consultó a la población cuanto estaría dispuesto pagar por recibir un mejor servicio, y se logró obtener las siguientes respuestas, el 1% estaría dispuesto a pagar Más de Lps. 300.00 como valor máximo y 25% menos de Lps. 50.00 hasta un mínimo de Lps. 30.00, establecimiento como valores medios entre Lps. 100.00 equivalente al 27% y Lps. 50.00 equivalente al 28%. Estos valores en comparación a lo que pagan actualmente difieren en un 15.87%, donde el pago actual de tren de aseo es de Lps. 25.00 a Lps. 100.00 equivale al 64% y los que están dispuesto a pagar por un mejor servicio de tren de aseo está en un 79.87% dentro de los rangos de Lps. 30.00 a Lps. 100.00, no obstante, se sigue manteniendo un estándar débil en cuanto a la definición de costos de operación del sistema versus pagos de los usuarios, provocando un marcado círculo vicioso (falta de pago del usuario, débil prestación del servicio).



Gráfica 65. Disponibilidad para pagar mensualmente en Lps. por un mejor servicio de recolección de residuos sólidos

De acuerdo a lo anterior, también se consideró consultar a la población su disponibilidad a pagar un valor adicional por cada producto o envase que consuma, esto con el objetivo de lograr mejorar el servicio de recolección prestado por el gobierno local, se considera que este fondo recolectado, se trasladara de la empresa o comercio a la tesorería de la municipalidad para incorporarlo en los costos del sistema de recolección, por lo que el 49% está de acuerdo en pagar un total de diez (10) centavos de lempiras, por cada producto o envase que consuma, un 28% podría participar en el proyecto, sin embargo, un 23% no está de acuerdo en participar.

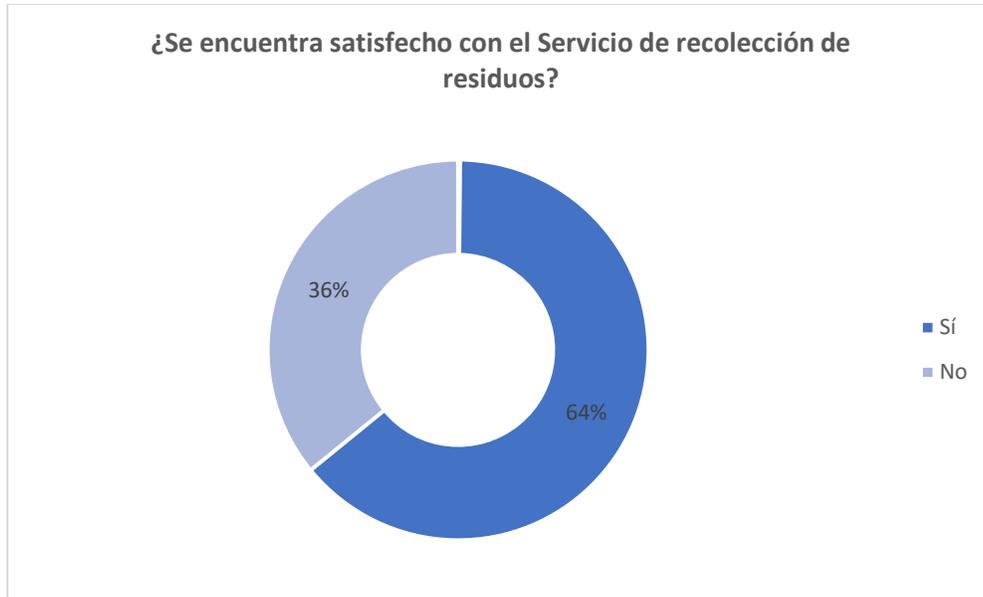


Gráfica 66. *Estaría dispuesto a pagar 10 centavos de Lps. por cada producto, para mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos*

Percepción de la población en cuanto a la prestación del servicio de tren de aseo que recibe

Al ser consultados por la calidad de la prestación del servicio de tren de aseo que recibe, el 64% de las personas entrevistadas expresó que están satisfechos, y el 36% fue valorado como no satisfecho.

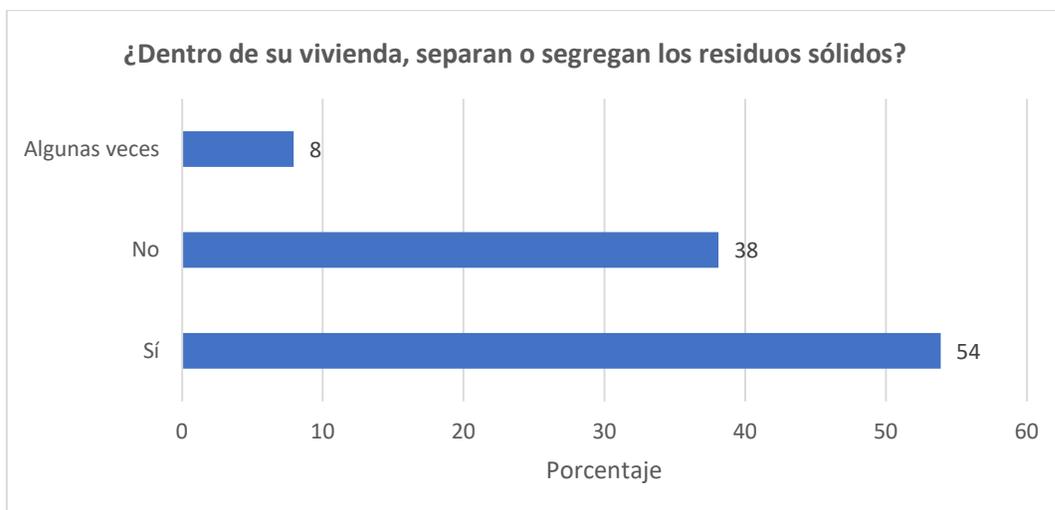
Es considerado que una buena prestación del servicio, también depende de la participación de la población en las acciones de sensibilización y educación ambiental, por otro lado, la población que no se encuentra satisfecha se refieren básicamente a su inconformidad a que la prestación del mismo no es permanente o presentan debilidades logísticas para cubrir las frecuencia definidas para su sector, no obstante, los que es tan conformes expresan que la prestación del mismo es de carácter diario y se cumple con el horario.



Gráfica 67. Se encuentra satisfecho con el Servicio de recolección de residuos

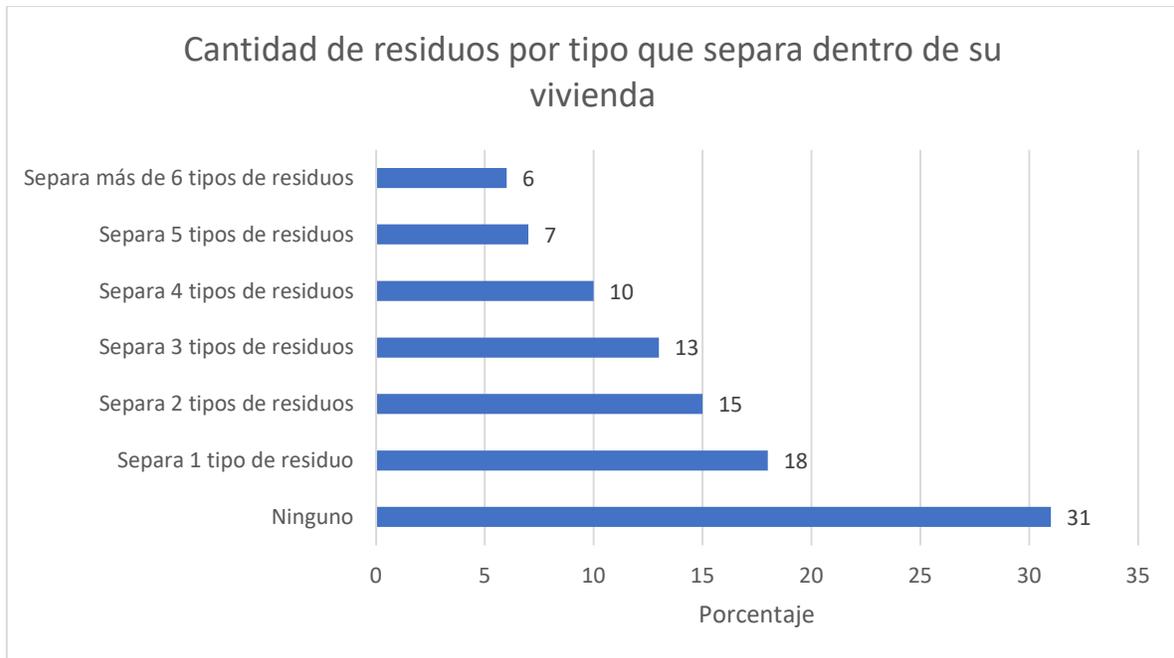
Manejo de los residuos sólidos dentro de la vivienda

De acuerdo con lo establecido en el Reglamento para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos en Honduras (Acuerdo Ejecutivo 1567-2010), para una buena gestión de residuos sólidos se establecen como objetivos prevenir la generación de los residuos sólidos mediante estrategias de minimización y valorización, de acuerdo a la fuente de generación en un 54% de la población encuestada realizan acciones de separación de residuos sólidos valorizables, el 38% no realizan ninguna acción de separación y se consideran algunas dificultades como desconocimiento de la forma de hacerlo, desconociendo de las ventajas para el medio ambiente, falta de recogida separada, falta de espacio en la vivienda o simplemente no existe interés en desarrollar la actividad, y finalmente el 8% desarrolla la actividad algunas veces.



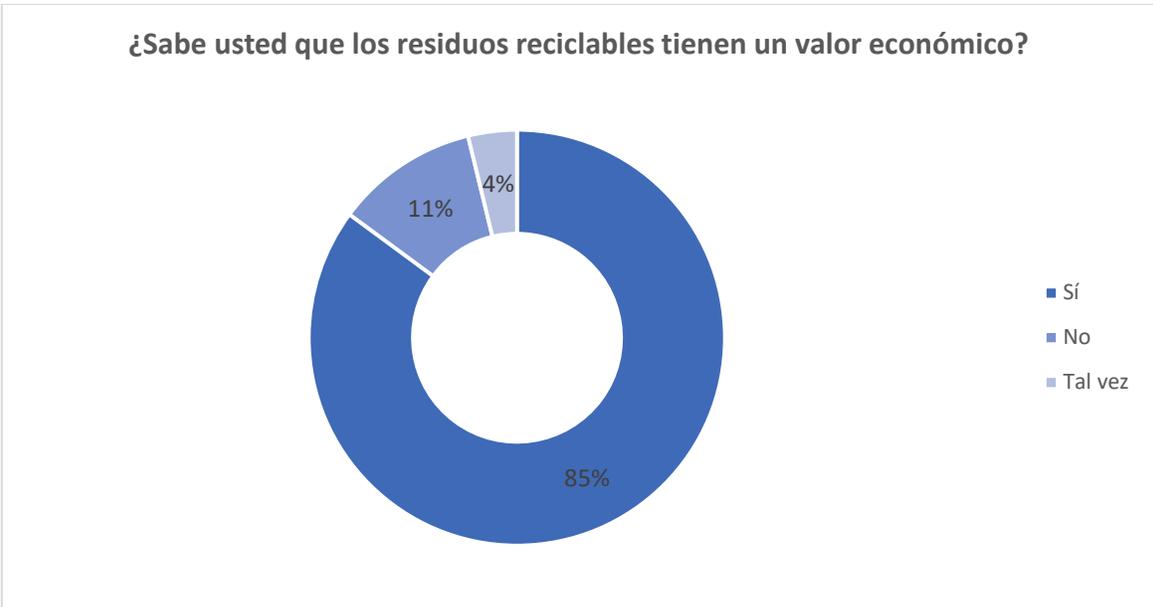
Gráfica 68. Separan o segregan los residuos sólidos dentro de las viviendas

La separación de los residuos sólidos, de acuerdo a los datos obtenidos en la población, se realiza según su origen (domiciliar), su composición (papel y cartón, plásticos, aluminio, vidrio, materia orgánica, ropa y electrónicos) y la biodegradabilidad (orgánico e inorgánicos), y considerando su valor comercial, estos residuos en algunos casos son comercializados por el generador o en su defecto entregado a los recicladores informales; de acuerdo a los datos obtenidos, el 18% de la población encuestada realiza la separación de un (1) tipo de residuo (plástico), el 15% dos (2) tipos de residuos (plásticos y vidrio), el 13% tres (3) tipos de residuos (papel y cartón, plástico y aluminio), el 10% cuatro (4) tipos de residuos (papel y cartón, plástico, aluminio y vidrio), el 7% cinco (5) tipos de residuos (papel y cartón, plástico, aluminio, materia orgánica y ropa), el 6% separa más de seis (6) tipos de residuos sólidos (papel y cartón, plásticos, aluminio, vidrio, materia orgánica, ropa y electrónicos), finalmente el 31 % no separa ningún tipo de residuos.



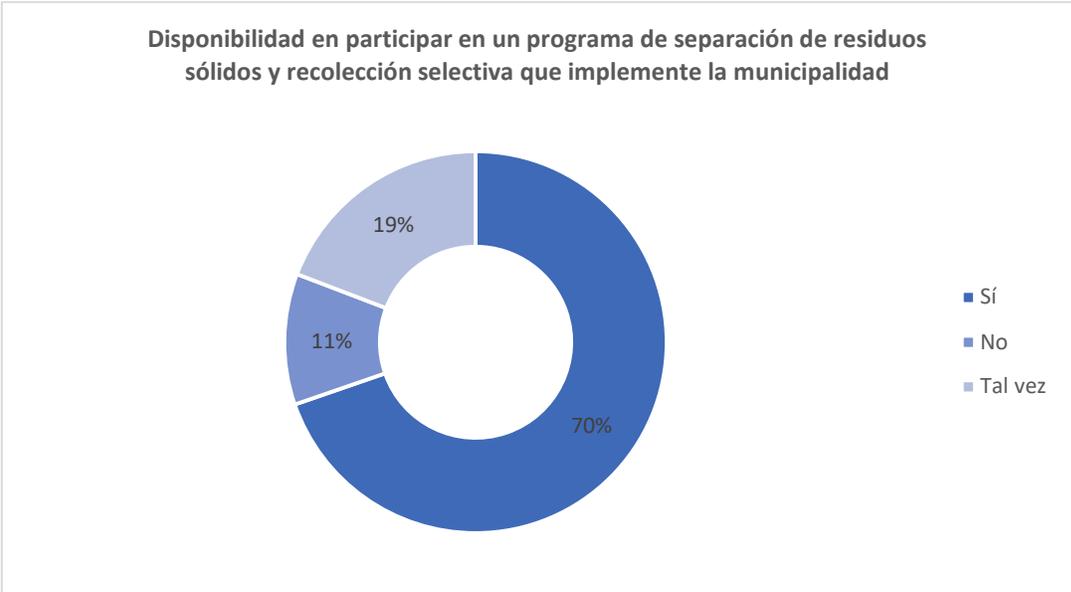
Gráfica 69. Cantidad de residuos por tipo que separa dentro de su vivienda

Otro aspecto interesante, es identificar si la población participante tiene conocimiento que los residuos reciclables tienen un valor económico en el mercado y que son demandados altamente por las industrias recicladoras, para ello se consultó lo siguiente ¿Sabe usted que los residuos reciclables tienen un valor económico?, donde el 85% si tienen conocimiento y el 11% no tiene conocimiento, y finalmente el 4% tal vez; el conocer esta dato nos ayuda a definir y establecer estrategias que permitan fomentar el aprovechamiento de los mismos a través de la incorporación al desarrollo de la innovación en la economía y la sociedad y que promueva nuevas fuentes de empleo.



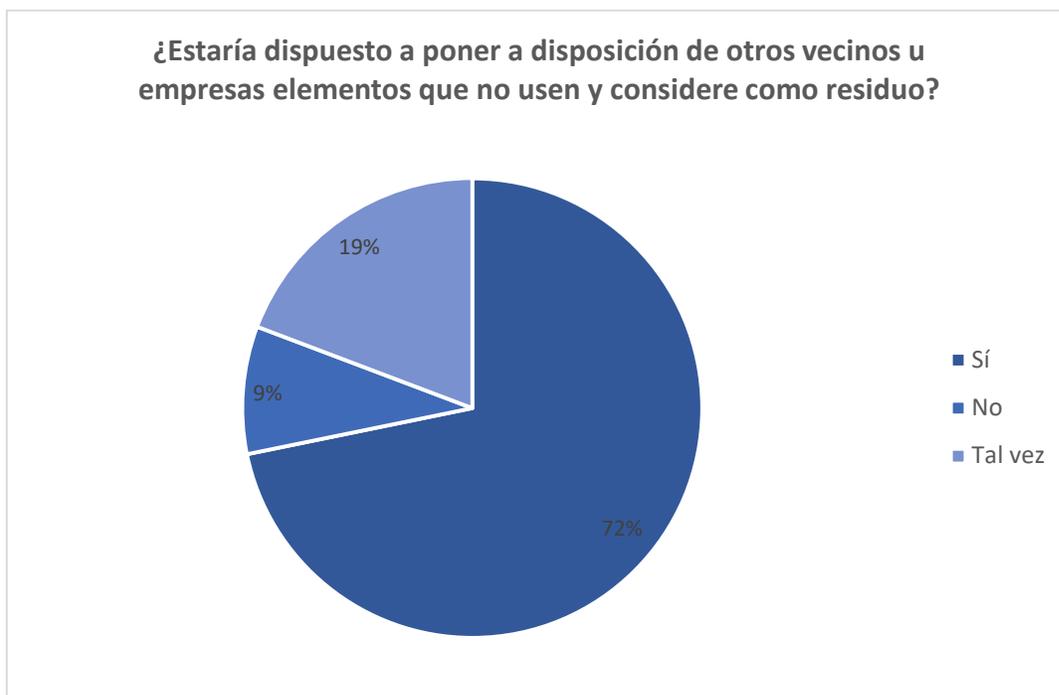
Gráfica 70. Valor económico de los residuos sólidos reciclables

En cuanto al desarrollo de acciones de gestión y manejo de residuos sólidos, se consideró la incorporación del interés en participar en programas de separación y recolección selectiva que implemente la municipalidad, donde un 70% está de acuerdo, el 19% podría participar en algún momento y finalmente el 11% no participaría.



Gráfica 71. Disponibilidad en participar en un programa de separación de residuos sólidos y recolección selectiva que implemente la municipalidad

Definiendo alternativas de gestión de residuos, se propone la donación de elementos que ya no se utilizan en la vivienda (ropa, zapatos, juguetes, entre otros) a vecinos de la comunidad donde residen, para ello se consultó lo siguiente “¿Estaría dispuesto a poner a disposición de otros vecinos u empresas elementos que no usen y considere como residuo?”, a lo que la población respondió en un 72% si estar dispuesto a realizar la donación, un 19% podría considerarlo y un 9% no está de acuerdo en desarrollar esta acción.

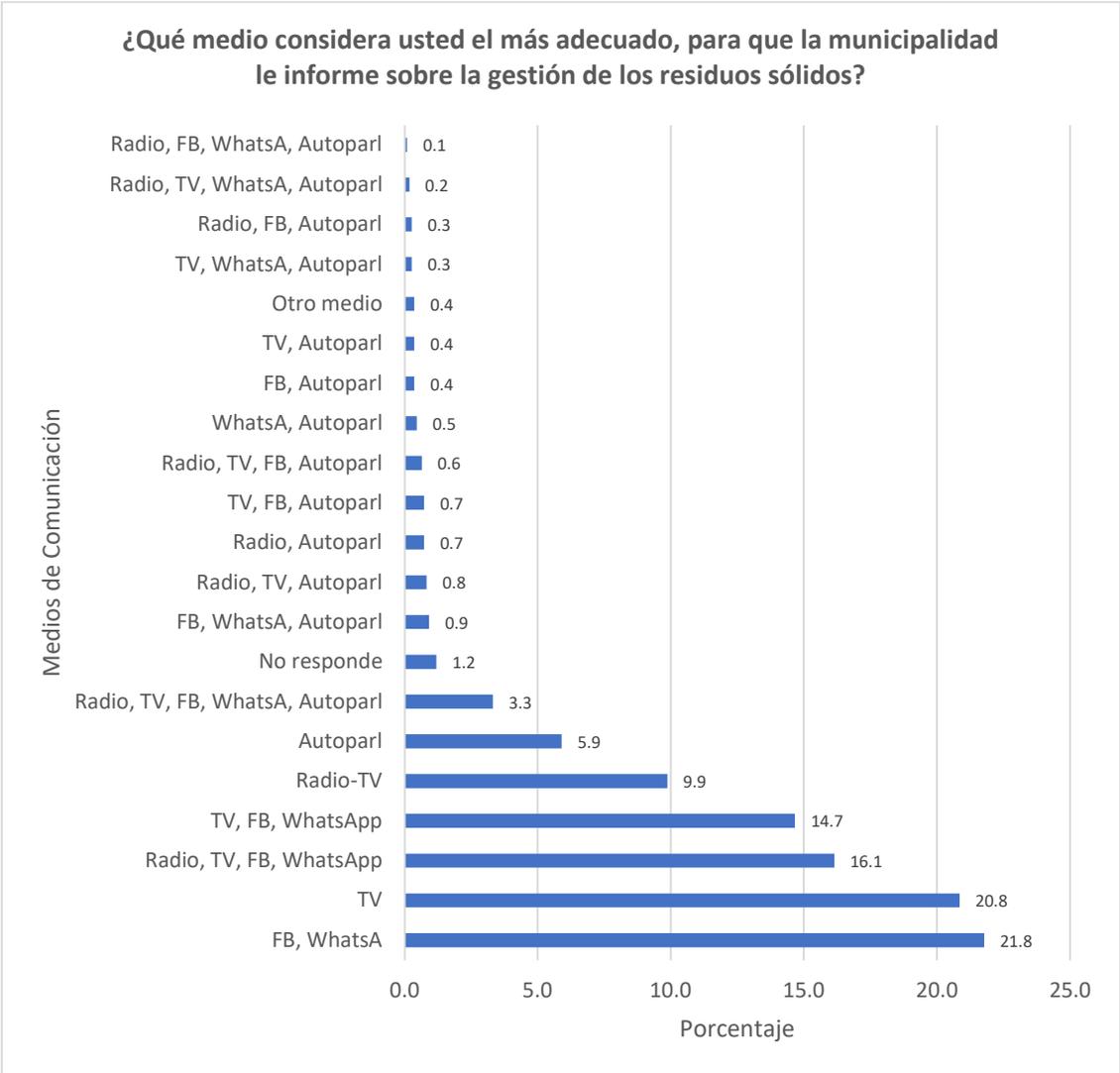


Gráfica 72. *Estaría dispuesto a poner a disposición de otros vecinos u empresas elementos que no usen y considere como residuo*

Comunicación, divulgación y sensibilización ambiental en la GIRS

Con respecto a la Comunicación, divulgación y sensibilización ambiental tiene como principal objetivo la prevención y la participación en la solución de la problemática de los residuos sólidos con el fin de motivar a la población a desarrollar buenas prácticas que permitan generar una ambiente saludable para su convivencia, por lo tanto, se considera oportuno la identificación de los medios de comunicación de mayor interés de la población, o en su defecto la combinación de estos, que permita poder transmitir el mensaje a la mayor cantidad de audiencia posible, para ello la población participante del estudio considera en un 21.8% son las redes sociales de

Facebook y WhatsApp, seguidamente con un 20.8% la Televisión, y la combinación de los tres TV, FB, WhatsApp ocupan un 14.7% de audiencia, incorporando las frecuencias de radio en combinación con las redes sociales y los programas de televisión representa un 16.1% considerándose los medios mayor cobertura para la transmisión de mensajes de sensibilización y educación ambiental en la gestión de los residuos sólidos ocupando el 73.4% del total de los medios de comunicación; el 25.4% restante se combina con otros medios de comunicación como Auto parlantes, redes sociales, TV y radio, y finalmente un 1.2% no respondieron a la pregunta.



Gráfica 73. Medios de comunicación que se considera el más adecuado, para que la municipalidad le informe sobre la gestión de los residuos sólidos

5.2 Aplicación de los indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware para municipios de Honduras

Para mejorar un sistema de GIRSU, es necesario medir, evaluar y analizar, si no hacemos estas acciones difícilmente podemos conocer la situación de la GIRS, pero antes, debemos definir que vamos a medir. Es por ello, la importancia de contar con información que nos permita definir indicadores para medir el desempeño de cualquier proceso sea su éxito o fracaso. Cuando generamos indicadores debemos hacerlo de acuerdo con la institucionalidad, país y e propósito (BID, 2024).

La generación de información a través de un diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos permite a los tomadores de decisiones contar con información base de la GIRS que orientara de manera adecuada el sistema como tal, desde su planificación, control, monitoreo hasta la evaluación (Villafañe, F.A., & Manrique, S.M., 2018).

La importancia de la evaluación es fundamental para los gobiernos locales como entidades responsable de la GIRSU, por lo tanto, se ha tomado en consideración la aplicación de los indicadores de referencia de ISWM de Wasteaware y analizando su aplicación para países latinoamericanos, y replicarlo para nuestro interés en Honduras se trabajó con 15 municipios, donde se aplicó un cuestionario (encuestas), que comprendió los componentes físicos y factores de gobernanza de los indicadores de referencia ISWM de Wasteaware, descritos en la siguiente Figura:

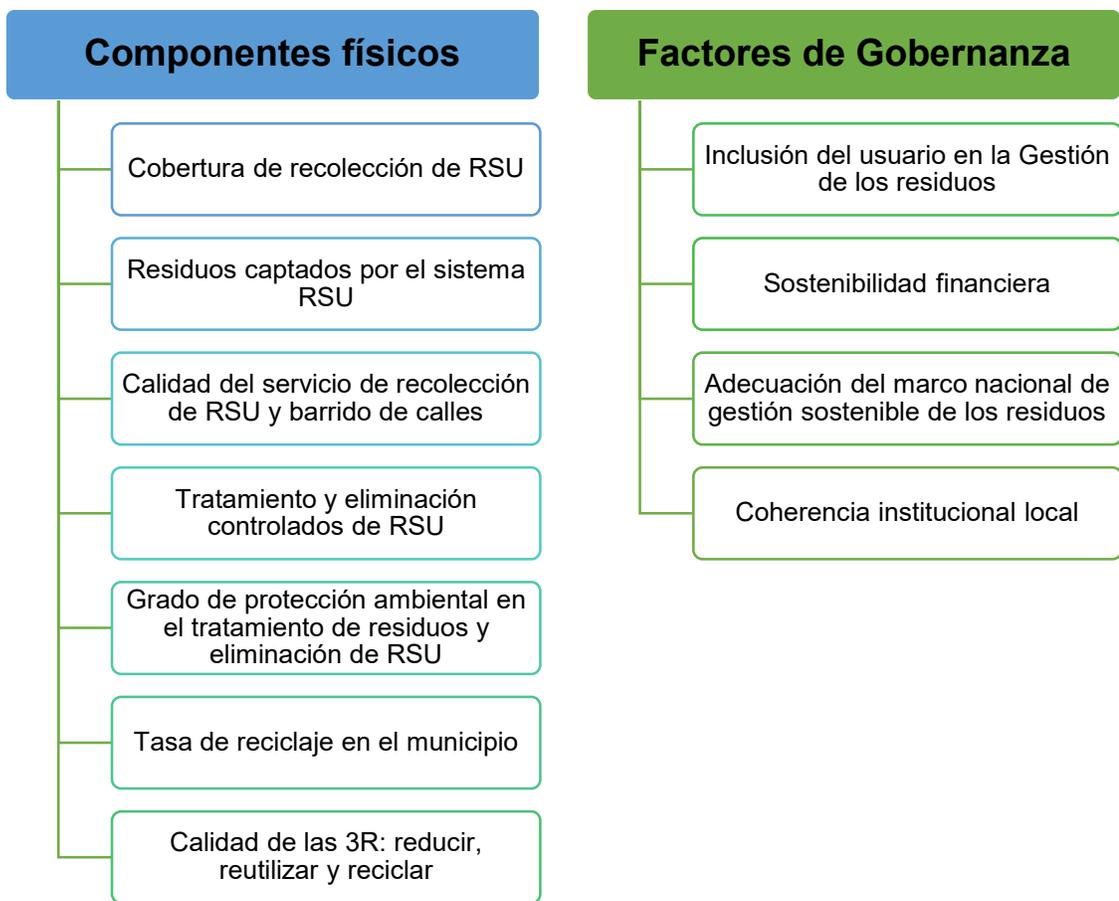


Figura 14. Indicadores de referencia ISWM de Wasteaware

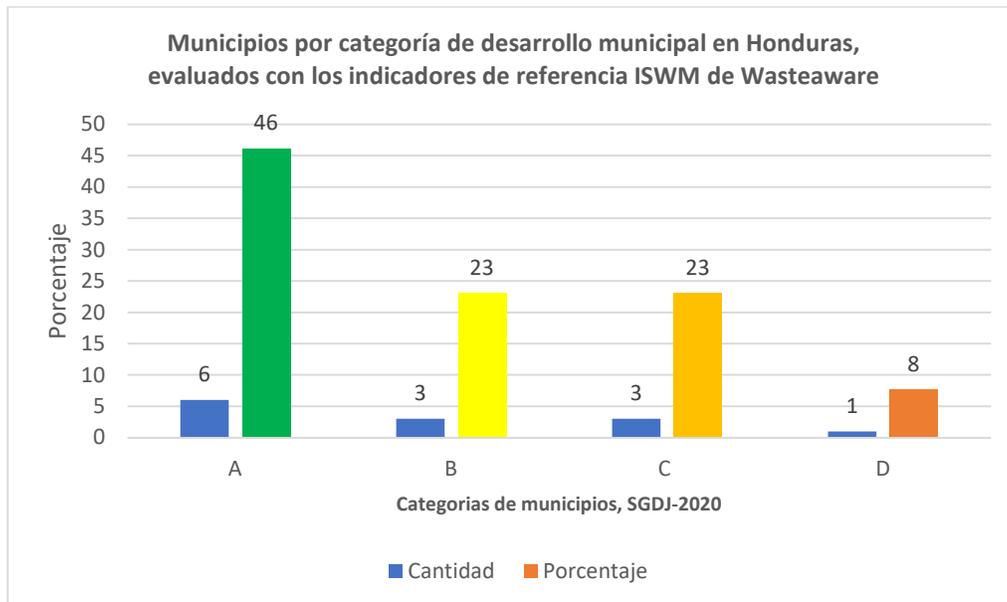
Fuente: (Wilson, D., et al, 2015)

La metodología de los indicadores de referencia ISWM Wasteaware cualitativos y cuantitativos para evaluar el desempeño del Sistema de Gestión de los residuos sólidos urbanos en las ciudades diseñada por (Wilson, D., et al, 2015), permite conocer el nivel de desempeño de cada ciudad en las GIRSU, además permite a través de su aplicación la comparación de resultados entre ciudades, como detalla (Giraldo-Almario, I., et al, 2024) “en los últimos 14 años, estos indicadores se han utilizado en más de 70 ciudades de todo el mundo, 13 de estas ciudades están en ALC (19%)”. En consecuencia, se considera relevante su aplicación para ciudades de Honduras, considerando la importancia de la GIRSU en países en vías de desarrollo.

En tal sentido, la valoración de los indicadores de referencia ISWM, se aplicó a 13 (trece) municipios ubicándolos según su nivel de desempeño de acuerdo a la categorización de la Secretaria de Gobernación, Justicia y Descentralización del año 2020 (Tabla 19 y Grafica 75), en este sentido se seleccionaron seis (6) municipios categoría A, tres (3) categoría B, tres (3) categoría C y uno (1) categoría D.

Tabla 13. Municipios de Honduras evaluados con los indicadores de referencia ISWM Wasteaware

Categoría Municipal	Municipio
A. Desarrollados	Comayagua, Comayagua
	Roatán, Islas de la Bahía
	Distrito Central, FM
	Olanchito, Yoro
	La Esperanza Intibucá
	Puerto Cortes, Cortés
B. En Desarrollo	La Paz, La Paz
	Jesús de Otoro, Intibucá
	Marcala, La Paz
C. En Crecimiento	Ojos de Agua, Comayagua
	San Jerónimo, Comayagua
	Villa de San Antonio, Comayagua
D. Crecimiento Lento	San Sebastián, Lempira



Gráfica 74. Municipios por categoría de desarrollo municipal en Honduras, evaluados con los indicadores de referencia ISWM de Wasteaware

Para la adaptación y aplicación de los indicadores de referencia ISWM en Honduras, se consideró analizar el Estudio “Adaptación de Wasteaware al contexto de un país Latinoamericano: Evaluación de la Gestión de Residuos sólidos municipales en Cali, Colombia, 2024”, con similares condiciones a países Centro Americanos como Honduras, además de la revisión documental existente en el país, no obstante, para obtener una información oficial y puntual se aplicó un cuestionario a 13 (trece) actores municipales responsables de la gestión de los residuos sólidos, en este sentido se tomó como referencia el año 2023, considerando los componentes físicos y factores de gobernanza en la gestión de los residuos sólidos según los indicadores ISWM.

De manera general, podemos puntualizar que las acciones realizadas en el país son de carácter parcial y aislado, el desconocimiento de la problemática genera una mala gestión de los residuos sólidos, seguido de ello la mala o nula planificación a nivel local, lo que se ve directamente influenciada por las débiles capacidades técnicas de las municipalidades.

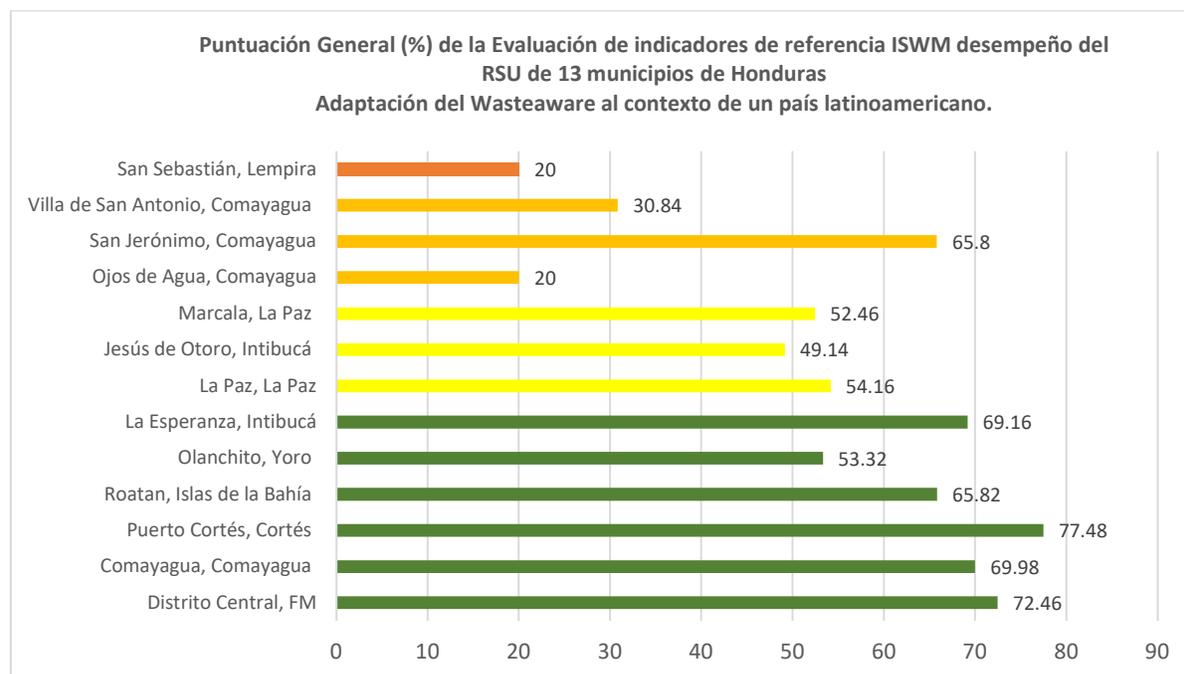
Según los datos generados en la Tabla 20, se marca una diferencia en la GIRS, esta va relacionada directamente con el nivel de desempeño de los municipios, por ende, los municipios categoría A, tienen una mayor gestión de sus residuos, de la muestra estudiada Puerto Cortés, Cortés (77.48%), Distrito Central, Francisco Morazán (72.46%), Comayagua, Comayagua (69.98%), La Esperanza, Intibucá (69.16%), Roatán, Islas de la Bahía (65.82%) y Olancho Yoro (53.32%) como se observa en la gráfica 76; los municipios de las Categorías B, C y D, reflejan una gestión de sus residuos muy baja en su mayoría, su debilidad se enmarca en el Grado de protección ambiental, Tratamiento y eliminación de los RSU, Tasa de reciclaje en el municipio, Calidad de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar, Inclusión del usuario y proveedores, Sostenibilidad financiera, la adecuación del marco institucional de la gestión sostenible de los residuos y la coherencia institucional local, no obstante, con énfasis en los municipios de Ojos de Agua, Comayagua (Categoría C) y San Sebastián, Lempira (Categoría D) presentan un calificación

baja (20%) en la gestión de sus residuos, esto debido a su nivel de desempeño y su ubicación geográfica.

Tabla 14. Análisis comparativo de la evaluación del desempeño del GIRS reportada para municipios de Honduras, 2023

Código	Indicador	Municipios categoría A						Municipios categoría B			Municipios categoría C			Municipios categoría D
		Distrito Central, FM	Comayagua, Comayagua	Puerto Cortés, Cortés	Roatan, Islas de la Bahía	Olanchito, Yoro	La Esperanza, Intibucá	La Paz, La Paz	Jesús de Otoro, Intibucá	Marcala, La Paz	Ojos de Agua, Comayagua	San Jerónimo, Comayagua	Villa de San Antonio, Comayagua	San Sebastián, Lempira
1.1	Cobertura de recolección de RSU	80%	60%	80%	80%	100%	80%	60%	60%	60%	20%	60%	40%	20%
1.2	Residuos captados por el sistema RSU	80%	60%	80%	60%	100%	60%	80%	100%	60%	20%	60%	40%	20%
1C	Calidad del servicio de recolección de RSU y barrido de calles (limpieza viaria)	100%	80%	20%	80%	80%	80%	60%	80%	100%	20%	80%	40%	20%
2	Tratamiento y eliminación controlados de RSU	100%	80%	100%	60%	80%	80%	80%	60%	60%	20%	80%	20%	20%
2E	Grado de protección ambiental en el tratamiento de residuos y eliminación de RSU	80%	100%	100%	80%	20%	80%	40%	60%	40%	20%	80%	20%	20%
3	Tasa de reciclaje en el municipio	40%	60%	60%	80%	40%	40%	40%	20%	40%	20%	80%	40%	20%
3R	Calidad de las 3R: reducir, reutilizar y reciclar	20%	80%	20%	40%	20%	60%	40%	40%	40%	20%	40%	40%	20%
4U	Inclusión del usuario	80%	60%	80%	60%	20%	60%	40%	20%	20%	20%	40%	20%	20%
4P	Inclusión de proveedores	60%	60%	80%	60%	20%	80%	40%	20%	20%	20%	60%	40%	20%
5F	Sostenibilidad financiera	40%	60%	80%	60%	20%	80%	40%	20%	40%	20%	40%	20%	20%
6N	Adecuación del marco nacional de gestión sostenible de los residuos	40%	60%	80%	60%	20%	20%	40%	20%	40%	20%	80%	20%	20%
6L	Coherencia institucional local	100%	80%	100%	60%	20%	80%	40%	20%	60%	20%	80%	40%	20%
Puntuación General		72.46	69.98	77.5	65.8	53.32	69.16	54.16	49.14	52.5	20%	65.8	30.84	20%

Fuente: Aplicación de los indicadores de Referencia ISWM Wasteware, para un país Centroamericano: evaluación de la gestión de residuos sólidos municipales en Honduras



5.3 Propuesta de Modelo de GIRS SIENTE Social-Institucional-Económico-Normativo-Técnico Ambiental (Enviromental)

La propuesta de Modelo de Gestión de Residuos Sólidos para municipios de Honduras, ha sido elaborado a partir de la información y análisis de las encuestas aplicadas los técnicos municipales y la referencia del Modelo ISWM que integra factores como la elementos del sistema, la gobernanza y la sostenibilidad, por lo tanto, la propuesta de Modelo incorpora factores institucionales, normativos económicos, técnicos, ambientales y sociales, asimismo la capacidad de funcionamiento y desarrollo de cada municipio. Este modelo permitirá en cierta medida desarrollar acciones encaminadas a la sostenibilidad financiera, la protección del medio ambiente y la participación comunitaria, como pilares fundamentales, por ende, la actividad será más ordenada y eficiente.

Un modelo de gestión de residuos sólidos se debe centrar principalmente en cinco (5) etapas primordiales que inician desde el diagnóstico, planificación, ejecución, control, monitoreo y evaluaciones de manera constante, que permita identificar las debilidades del modelo de GIRS, procurando la toma de decisiones oportunas e inmediatas para los gobiernos locales, valorando los aspectos de ordenamiento territorial, gestión ambiental, participación social activa, las actividades productivas o economía, y la implementación del marco legal del territorio, logrando con ello minimizar o reducir los impactos negativos por una inadecuada funcionalidad del sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos.

En términos generales, para un buena gestión y administración del territorio en la gestión de los residuos sólidos, la implementación de la zonificación o sectorización geográfica es fundamental, ya que nos permite conocer detalladamente las interrelaciones sociales, actividades socioeconómicas, el medio natural de ese sector, además de la capacidad logística del gobierno local o entidad prestadoras del servicio público, con el fin de establecer una planificación y ejecución más efectiva del territorio.

Para definir la propuesta se tomó como base el modelo básico o las etapas elementales como recolección, transporte y la disposición final, estas a su vez se complementan con acciones concretas e innovadoras para la gestión de los residuos sólidos.

Además, podemos mencionar de manera general que un modelo de gestión de residuos sólidos urbanos, debe tomar en cuenta las tecnologías disponibles y las buenas prácticas ambientales, ya que cada uno de ellos incide de manera permanente y directa para un buen funcionamiento, no obstante, el modelo de GIRSU dependerá de la capacidad de funcionamiento y desempeño de cada municipio y para ello se definen dos modelos operativos que serán incorporados en las zonas de categorización del modelo mancomunado, donde les permitirá la identificación y la aplicación de las etapas de gestión de residuos sólidos, como por ejemplo la separación en la fuente, recuperación y reciclaje, recolección y transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, entre otras, además de la integración de indicadores de GIRSU, que permitan evaluar su desempeño durante su implementación en cada uno de los municipios.

Como parte del desarrollo de los municipios, es conveniente gestionar la formación de asociaciones municipales ya que son fundamentales para la mejora en la gestión y la prestación de los servicios básicos municipales, el modelo considera como prioridad la innovación constante, pero bajo un enfoque de asociación de municipios, sean estos a través de mancomunidades o empresas públicas municipales, y según el nivel de interés se integra la empresa privada como una relación público con administración descentralizada, público-privado o privado, tomando en consideración su adaptabilidad a las condiciones de las distintas realidades de cada localidad o municipio

De manera general, el modelo generado para los municipios de Honduras, analiza además de la etapas básicas, la manera en la que funcionan, por ejemplo, definimos acciones desde la generación de residuos sólidos en la fuente implementando acciones de educación y sensibilización ambiental hasta la iniciativa de la separación de estos, y su recolección de manera separada en lo posible, tomando como actores principales las organizaciones comunitarias quienes son los posibles gestores de estos residuos, no obstante, se deben establecer alianzas con los gobiernos locales, con el fin de lograr una gestión adecuada y valorización de los residuos sólidos.

Inicialmente nos enfocamos en la oportunidad de la asociación de municipios, esto con el objetivo de prestar servicios públicos necesarios para la localidad, la necesidad de atender las demandas sociales de los habitantes, asistencia técnica municipal y gestión descentralizada de recursos financieros, son algunos de los aspectos de interés para el funcionamiento de una asociación de municipios llamada Mancomunidad o Asociación mediante una Empresa pública municipal.

En la Ley de Municipalidades de Honduras Decreto 134-90 reza en su “Artículo 20. Los Municipios, con el voto afirmativo de los dos tercios de los miembros de la Corporación Municipal, podrán asociarse bajo cualquier forma entre sí o con otras entidades nacionales o extranjeras, para el mejor cumplimiento de sus objetivos y atribuciones. Cada asociación emitirá su Reglamento y normas para su funcionamiento. Cuando se trate de asociaciones permanentes, su ingreso, permanencia y retiro serán voluntarios.”

Según la (SEFIN, 2023) actualmente en Honduras existen aproximadamente 46 mancomunidades, las que se dedican a la gestión del territorio desde diferentes enfoques, no obstante, la gestión de los residuos sólidos ha sido un tema que hasta los últimos 10 años ha despertado interés en algunas mancomunidades y, por qué no en los municipios.

En consecuencia se han identificado otras modalidades como: asociaciones público privadas, públicas con la descentralización administrativa o definitivamente privada, y de acuerdo a la experiencia exitosa que existe en Europa y Asia, América Latina

empezó a interesarse en esta modalidad para la suministro de infraestructura y prestación de servicios públicos de manera integral, lo que ha permitido que la incorporación del sector privado a la innovación de modelos financieros han permitido la generación de resultados positivos (BID, 2011). Según las (OCDE, 2018) define las asociaciones público-privadas, como acuerdos contractuales a largo plazo entre el gobierno y el sector privado donde este último, es el responsable de financiar y prestar el servicio requerido usando un activo de capital y compartiendo los riesgos asociados.

En consecuencia, la administración pública descentralizada de las municipalidades en Honduras es una de las opciones que debe ser ampliamente impulsada para mejorar la gestión de los territorios locales, en este sentido la Ley de Descentralización Decreto 85-2016 establece lo siguiente:

En su **artículo 5.-** define como uno de los objetivos inciso 3) “Mejorar los resultados de la gestión pública a nivel nacional y municipal, mediante un ejercicio eficaz y eficiente de las competencias y de la prestación de los servicios públicos, que se traduzca en un aumento sostenible de la cobertura, calidad y pertinencia de los mismos, acordes con la demanda y preferencias de la población”; y,

En el **artículo 8.-** SECTORES PRIORITARIOS ... 4) Infraestructura social y productiva básica, con énfasis en: construcción y mejoramiento de centros educativos y de salud, infraestructura deportiva, recreacional y cultural, mantenimiento de la red vial secundaria y terciaria, sistemas de agua potable y **saneamiento básico**, electrificación rural, sistemas de riego, centros de información y centros de acopio;

En el ARTÍCULO 29.- CONVENIO CON ORGANISMOS PRIVADOS. - Las municipalidades, en coordinación con los organismos descentralizadores y previa consulta con las organizaciones comunitarias, en el ejercicio de sus facultades, pueden celebrar convenios y contratos con organismos de derecho privado para que las auxilien en el cumplimiento de las competencias, funciones y servicios que le sean transferidas al amparo de la presente Ley;

Y finalmente en su Artículo 30.- DERECHO PREFERENTE DE LOS MUNICIPIOS.- Cuando en el nivel central se proponga la celebración de una alianza público-privada, concesionamiento, delegación de sistemas, servicios, bienes nuevos o usados, previamente debe notificarlo con la debida anticipación a los municipios, particularmente a aquellos en donde se encuentre el bien o donde haya de prestarse el servicio, con el propósito que puedan optar preferentemente, por sí o conjuntamente con otros, a la adquisición del sistema, bien u operación de la prestación del servicio.

Un modelo de gestión de residuos sólidos urbanos debe enfocarse en aspectos normativos, técnico-operativos, financiero-económico y social-ambiental, (OPS/OMS Honduras, 2014)

Por lo tanto, podemos manifestar que las asociaciones municipales son fundamentales para la mejora en la gestión y la prestación de los servicios básicos municipales. El análisis de varios modelos en la gestión de los residuos sólidos en varios países a nivel mundial, nos permite generar un modelo GIRS que considere como prioridad la innovación constante, pero bajo un enfoque de asociación de municipios, sean estos a través de mancomunidades o empresas públicas municipales, y según el nivel de interés se integra la empresa privada mediante una relación público con administración descentralizada, público-privado o privado, tomando en consideración su adaptabilidad a las condiciones de las distintas realidades de cada localidad o municipio.

Entendemos que es un desafío para países en crecimiento económico, no obstante, el compromiso, constancia, voluntad política y la gestión financiera, se deben ir incorporando de manera gradual al modelo GIRS propuesto según sea el interés de estos. Es importante, la incorporación del sector privado como socio estratégico del sector público, tomando en cuenta la vasta experiencia y conocimiento que estos tienen en relación a la gestión de residuos sólidos, por ende, el principal objetivo es que, la asociación permita invertir a largo plazo desde su establecimiento hasta la operación y mantenimiento del sistema.

En resumen, el modelo propuesto para la gestión de residuos sólidos, se basa en ocho (8) principios básicos Eficiencia, Eficacia, Innovación, Sostenibilidad, Solidaridad, Inclusivo, Participación ciudadana y Gobernanza; adicionalmente se debe valorar la capacidad organizacional y la voluntad política que nos permitirá definir la mejor opción de funcionamiento o la que mejor se adapta según su desempeño financiero municipal, siendo estas las asociaciones público-privadas, públicas con descentralización administrativa o definitivamente privada bajo procesos de tercerización o concesionamiento de servicios.

Por ende, la sostenibilidad se debe considerar como el establecimiento de "los costos de explotación que deber ser derivados del funcionamiento normal del sistema GIRS de las instalaciones y debe ser asumida por una correcta gestión del plan establecido. En este sentido, la repercusión económica de los costos recae sobre las municipalidades, que posteriormente serán los encargados de trasladarlo a los vecinos mediante la oportuna tasa, que se establecen en función de un canon único para la nación/asociación que se fijará anualmente dependiendo de la tonelada tratada a este efecto y tras el establecimiento del canon en Lempiras/toneladas, cada municipio realizará un aporte económico en función de su producción.

Además de tomar como uno de los objetivos el lograr un sistema sostenible donde se debe incorporar los residuos, como un recurso, promoviendo procesos de reutilización, reciclaje y aprovechamiento, y para ello, se debe promocionar como estrategia la recolección diferenciada según la zona definida o municipio de acuerdo con sus capacidades y la generación de recursos económico, con el fin de lograr una economía de escala.

En resumen, nuestro modelo será identificado de la siguiente manera: **Modelo GIRS SIENTE**, este integra los cuatro (4) aspectos básicos y ocho (8) Principios para su óptimo funcionamiento. El objetivo de este modelo es sensibilizar a la población a través de la incorporación de cada uno de los aspectos, su nombre se deriva de una combinación de letras iniciales de las palabras Social-Institucional-Económico-Normativo-Técnico Ambiental (Enviromental), estableciendo una interrelación entre

sí, y busca lograr un grado de sensibilización, emoción y acción en los actores clave del manejo adecuado de la GIRS.

La palabra SIENTE considera los aspectos básicos de la GIRS, a continuación de detalla:

Institucional
Normativo
Económico
Técnico
Social
Ambiental

MODELO GIRS SIENTE

Social-Institucional-Económico-Normativo-
Técnico Ambiental (Enviromental)

En la figura 15, se muestra la integración del Modelo GIRS SIENTE, con cada principio que incorpora para su funcionamiento.

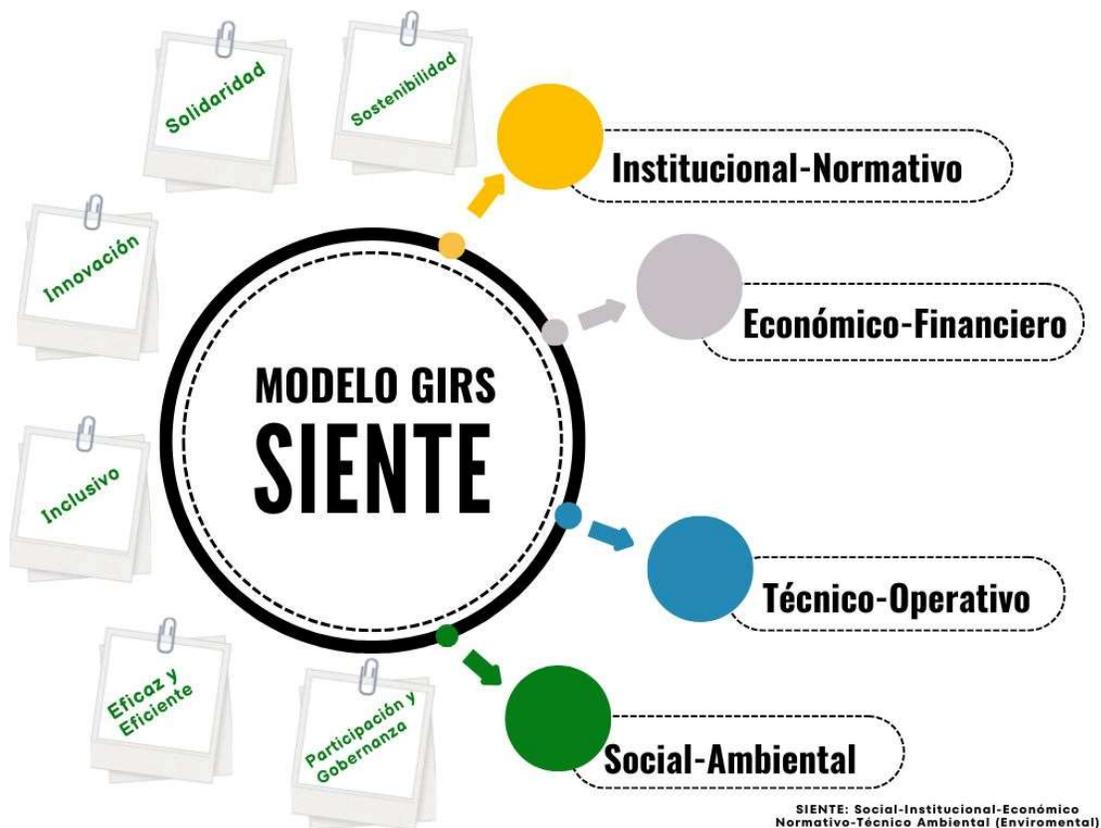


Figura 15. Modelo GIRS SIENTE

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los aspectos, se valora lo siguiente:

- a. *Institucional-Normativo*: este se centra en la participación de la institucionalidad del Estado, y la implementación de la normativa existente, y la generación de normativa en cada uno de los términos municipales.
- b. *Económico-Financiero*: se basa en la gestión del recurso disponible para lograr la sostenibilidad financiera del modelo, mediante la generación de herramientas de planificación y gestión, que permitan establecer las tasas adecuadas de manera solidaria e inclusiva para la población.
- c. *Técnico-Operativo*: establece los lineamientos de funcionamiento operativo del sistema, este lo clasificamos por zonas de desempeño municipal, que permita desarrollar una operatividad eficiente y eficaz en cada termino municipal.
- d. *Social-Ambiental*: su objetivo principal es reducir el impacto ambiental a través de procesos de sensibilización y educación ambiental, propiciando procesos de formación formal e informal, además de incorporar asistencia técnica para la generación de emprendimientos comunitarias en la recuperación y valorización de los residuos sólidos.

Los principios identificados para el Modelo GIRRS SIENTE, se describen bajo a siguiente acción:

- a. *Eficiencia*: prestación del servicio de forma eficiente, dando resultados de carácter inmediato, sin desperdicio de los recursos disponibles y la consolidación de responsabilidades.
- b. *Eficacia*: capacidad de lograr lo propuesto en el tiempo indicado, sin descuidar la eficiencia en el sistema de gestión de los residuos sólidos.
- c. *Innovación*: mediante la actualización de soluciones tecnológicas desde la implementación de estrategias competitivas en cada etapa de la GIRRS para lograr un impacto positivo a nivel local.
- d. *Sostenibilidad*: desde un enfoque financiero, técnica, institucional, ambiental y social, logrando un proceso sostenible en el tiempo.

- e. Solidaridad: lograr la unidad como un valor social para actuar ante un problema en pro de un bien común.
- f. Inclusivo: incorporar a la población que no ha logrado tener acceso al servicio de recolección de residuos.
- g. Participación ciudadana: la participación de la población en las actividades de tomas decisiones, planificación, ejecución y prestación de servicio como veedores del proceso.
- h. Gobernanza: contar con espacios que permita generar las reglamentación, políticas y regulaciones necesarias bajo un enfoque de transparencia y participación local.

Este modelo debe centrarse en brindar un servicio eficiente al usuario, contemplando un sistema personalizado e innovador, con un alto nivel de calidad en el diseño para satisfacer las necesidades de cada municipio en particular, y de esta manera reducir la huella ambiental que genera.

Para lograr la operatividad del Modelo GIRS SIENTE, se genera un esquema donde se detalla su óptimo funcionamiento en la gestión de los residuos sólidos, esta propuesta se define bajo procesos de la aplicación inicial de criterios y/o indicadores de evaluación a los municipios que formaran parte de la asociación, según los resultados obtenidos estos se ubicaran en zonas operativas, no obstante, este proceso de aplicación de criterios y/o indicadores deberá realizarse de carácter anual a los municipios de la asociación, para evaluar si estos han mejorado su gestión o requieren más apoyo.

El esquema operativo del Modelo GIRS SIENTE, en términos Legales e Institucionales se representa por las máximas autoridades de las municipalidades identificadas como las Corporaciones Municipales, representada por una Junta Directiva con asesoría legal permanente y participación ciudadana como representación de la sociedad civil.

En el aspecto técnico operativo, integra una Gerencia Intermunicipal de la GIRS, esta gerencia es la máxima autoridad técnica del sistema como tal, esta se

subdivide en tres (3) áreas, identificadas como Dirección Administrativa, Dirección Técnica y Dirección Socioambiental, cada dirección tiene responsabilidades específicas que serán regidas bajo la coordinación de la gerencia intermunicipal, se detallan a continuación:

- a. Dirección Administrativa: Esta dirección, es la responsable de la planificación, gestión y ejecución financiera de la operatividad del sistema, desarrollara actividades desde la elaboración de los análisis financieros, definición de tarifas, identificación de fuentes de ingresos, entre otras actividades de su área de intervención.
- b. Dirección Técnica: En esta dirección, se consideran todos los aspectos técnicos operativos del sistema, desde la recolección y transporte hasta la disposición final de los residuos.

Para su operatividad eficiente, se implementan tres (3) zonas operativas, donde cada una tendrá como responsable un coordinador técnico, quien debe ejecutar las acciones operativas, buscando la mejora de los municipios, para lograr que estos puedan escalar a una zona superior, por lo tanto, estos tendrán una asistencia técnica personalizada de acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación inicial de los criterios y/o indicadores.

En cuanto, a los centros de gestión y sitios de disposición final, se dividirán en dos coordinaciones, estarán organizados de la siguiente manera:

- Coordinación de Plantas de recuperación y o separación de los residuos sólidos se contará con jefes y cuadrillas por sitios definidos, en esta área se implementarán tratamientos y recuperación de residuos, con el objetivo de lograr la generación de ingresos económicos, sean propios de la asociación a través de organización de empresas comunitarias en coordinación con la Dirección Socioambiental.
- Coordinación de sitios de disposición final o Relleno Sanitario, se contará con jefes y cuadrillas por sitios definidos.

Se estima, que los sitios para el establecimiento de los Centros de Gestión y Disposición final de los residuos sólidos serán evaluados y analizados para

su ubicación en las áreas territoriales de los municipios asociados, lo que se pretende es la ubicación de la menor cantidad de sitios para reducir el impacto ambiental generado por la alteración del entorno ambiental donde se ubican.

- c. Dirección Socioambiental: En cuanto a la dirección socio-ambiental, esta se centrará básicamente en la implementación de estrategias de comunicación, educación y sensibilización ambiental, mediante la incorporación de la población de cada municipio, fomentar la creación y organización de empresas comunitarias para la recuperación y valorización de los residuos sólidos, fermentando el crecimiento económico de la comunidad y poder incorporarnos al mercado laboral de manera formal.

Este modelo operativo se divide en tres (3) zonas, estas se evalúan según su capacidad, descritas a continuación:

- a. Zona 1: Alta Capacidad en la GIRS
- b. Zona 2: Media capacidad en la GIRS
- c. Zona 3: Baja capacidad en la GIRS

En la figura 16, se muestra la propuesta operativa del Modelo GIRS SIENTE:

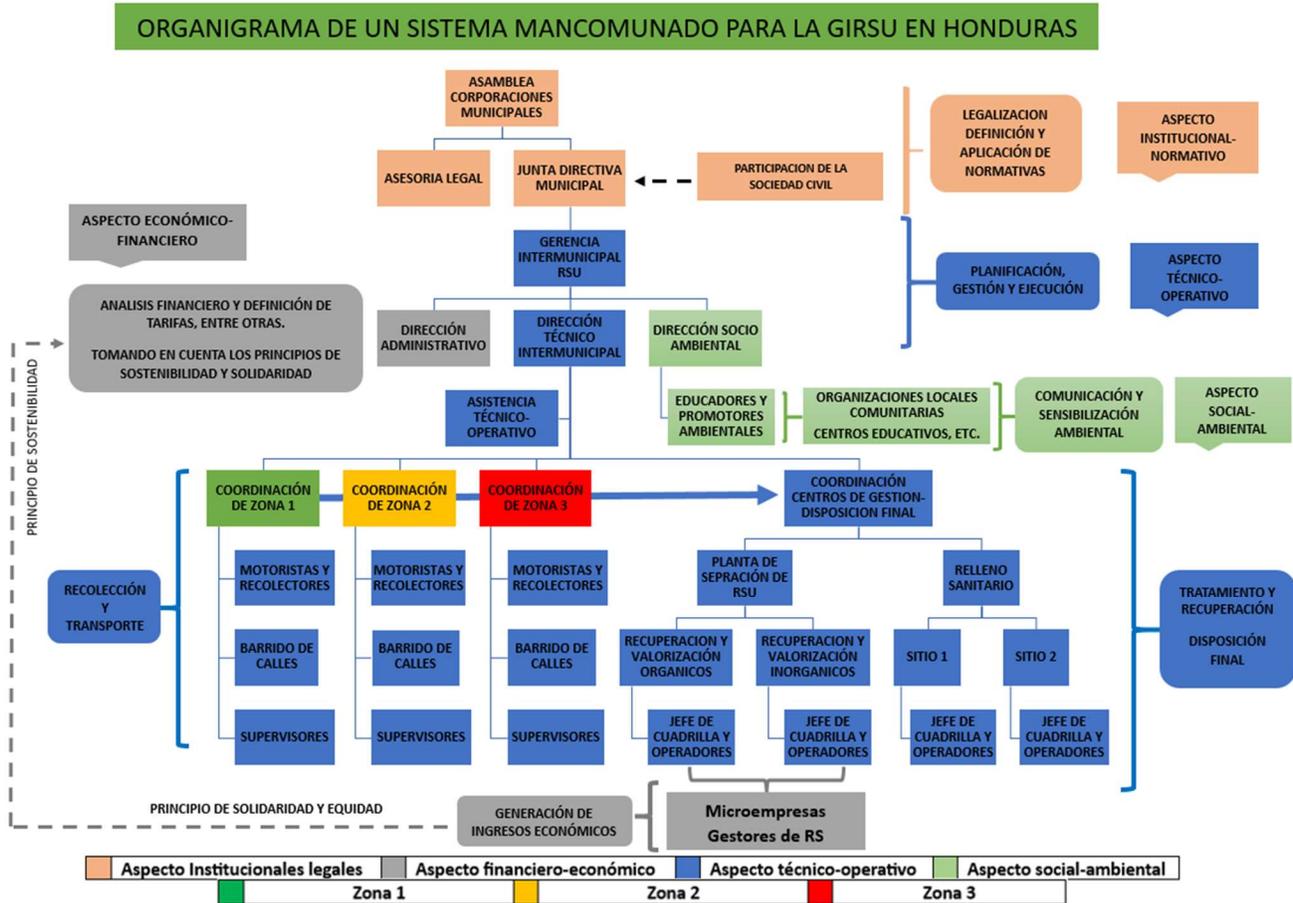


Figura 16. Organigrama Operativo del Modelo GIRS SIENTE

Los municipios serán evaluados con los Criterios y/o indicadores definidos para este modelo, cada zona considera la implementación o no de las etapas básicas de la gestión de los residuos sólidos, por ejemplo los municipios ubicados en la Zona 1 implementan, además de las etapas básicas, acciones con mejores tecnologías y buenas prácticas ambientales según las posibilidades de funcionamiento y desempeño de cada gobierno local, que permitan el aprovechamiento óptimo y la valorización de los residuos sólidos, y que brinden un tratamiento orientado a la gestión de los residuos orgánicos y según considere deberán implementar mejoras al sistema de manera gradual; los municipios ubicados en Zona 2 implementan acciones básicas en la gestión de los residuos sólidos como el desarrollo de las etapas básicas y una mejora inferior a los municipios de la zona 1; y los municipios de la Zona 3 considerados como bajo desempeño, deberán iniciar con el

ordenamiento de las etapas básicas, estos municipios desarrollan poco o nada en el SGIRS de su territorio.

Este modelo, busca la mejora continua y gradual de los municipios asociados, para ello se definen evaluaciones iniciales al momento de su incorporación y evaluaciones anuales con el fin de medir su avance en la mejora de la gestión, lo que permitirá que el municipio pueda escalar a una zona mayor de desempeño del Sistema Gestión Integral de los Residuos Sólidos (SGIRS), siempre y cuando este logre mejorar su resultado en la evaluación, en su defecto el sistema de evaluación generara las recomendaciones de mejora para ser implementadas por el municipio.

Consecuentemente, la gerencia técnica con los coordinadores técnicos de cada zona serán los encargados de evaluar el momento oportuno, para la aplicación de los criterios y/o indicadores de evaluación a los municipios, donde los resultados determinaran si este subirá de manera gradual a la siguiente zona del Modelo GIRS SIENTE o requiere más asistencia para mejorar su gestión.

Además, la implementación del Modelo GIRS SIENTE permitirá, desarrollar acciones orientada a la incorporación de la economía de escala y de manera gradual incorporar la economía circular a través del establecimiento de estaciones de recuperación, separación de residuos, valorización, comercialización de estos y por último, lograr una disposición final adecuada a través de tecnologías como la incineración, uso de rellenos sanitarios con celdas para para residuos comunes o domésticos y celdas desechos peligrosos, es impórtate, detallar que los áreas para la instalación de los sitios de tratamiento y disposición final se gestionaran de manera mancomunada, seleccionando el sitio que cumpla con los requerimientos necesarios, este puede ser en cualquiera de los municipios de la zona de influencia de los gobiernos locales asociados.

En definitiva, la propuesta del modelo de GIRS SIENTE, tiene como fin buscar la mejora en la reducción de los problemas de contaminación ambiental y salud por las malas prácticas, por lo tanto, las acciones deben ir encaminadas a un buen sistema GIRS eficaz y eficiente.

5.3.1 Criterios y/o indicadores de Evaluación del Modelo GIRS SIENTE

Los criterios y/o indicadores de evaluación para un modelo son determinantes, ya que nos permiten identificar el nivel de desempeño de los municipios en la gestión de los residuos sólidos, tomando en cuenta la propuesta del Modelo GIRS SIENTE, se consideró relevante la generación de criterios y/o indicadores de evaluación propios para el modelo, que permitan inicialmente tener un diagnóstico de los municipios que se asociaran y que también estos puedan ser evaluados con los mismos criterios de manera anual, con el fin de analizar si han presentado mejora o se han estancado en la gestión de los residuos sólidos, para ello, cada zona contará con un coordinador técnico, que será el responsable de la asistencia técnica necesaria para el control y operación del sistema y quien evaluará de manera constante su desempeño.

Para la evaluación del “**Modelo GIRS SIENTE**”, se han definido veinticinco (25) criterios y/o indicadores, que permiten valorar el desempeño de los municipios en la gestión de los residuos sólidos, su aplicación toma como base la evaluación inicial para ingresar a la asociación, midiendo de carácter anual su avance, bajo un análisis de desempeño identificando mejoras o retraso en la gestión de los residuos sólidos, y posteriormente definir los pasos a seguir de acuerdo a los resultados obtenidos, estos criterios y/o indicadores definidos se basan bajo los aspectos contemplados para el diseño del Modelo GIRS SIENTE (Institucional-Normativo, Económico -Financiero, Técnico-Operativo y Social-Ambiental), por lo tanto, esta evaluación nos permite medir y facilita datos cualitativos y cuantitativos del municipio, no obstante, es conveniente tener claro que, este esquema operativo, no es de obligatorio cumplimiento, si el gobierno local obtiene una calificación superior y la capacidad del municipio no lo permite, no se exige que se cumpla de manera inmediata lo requerido en la zona tal como está definido, si no que su implementación debe realizarse de manera gradual según la capacidad y desempeño.

En resumen, cada criterio/y/o indicador nos permitirá comparar valores de una variable determinada, para medir el nivel de desempeño de los municipios en la

gestión de los residuos sólidos, nos facilitará el análisis de datos para definir medidas cualitativas o cuantitativas que se deben tomar en cuenta para un buen funcionamiento del sistema, para ello se identifican veinticinco criterios y/o indicadores clasificados en cuatro (4) aspectos, detallados a continuación:

a) Aspecto Institucional-Normativo: este se refiere a la institucionalidad existente en el país y el conjunto de leyes, normativas, decretos, reglamento, entre otros, además toma en cuenta la planificación que rigen el accionar de las instituciones de la sociedad de un país. En este apartado identificamos cuatro (4) criterios y/o indicadores:

- I. **Nivel de desarrollo municipal (Categorización Municipal SGJD-2020):** este criterio nos indica a capacidad y/o desempeño de cada municipalidad relacionados con la autonomía municipal, Ingreso per cápita, Esfuerzo en ahorro, logros en inversión.
- II. **Cuenta con normativa que respalde y garantice la GIRSM:** el criterio y/o indicador, se centra en identificar la existencia de normativa en el término municipal, ordenanzas, reglamentos, etc.
- III. **Dependencia municipal u otra organización que maneja la GIRS en su municipio:** orientad principalmente a identificar si el municipio en proceso de evaluación cuenta con una dependencia propia para la GIRS, al que se encargara directamente del manejo integral de los residuos sólidos urbanos, tomando en cuenta cada una de las estrategias requeridas para su optimo funcionamiento en cada una de las etapas.
- IV. **Existe participación GIRS:** este mide el interés y participación de la población y las entidades públicas y privadas en la GIRS, dentro del término municipal.

b) Aspecto Económico-financiero: este busca la factibilidad de funcionamiento del sistema GIRS como tal, nos permite conocer la solvencia y rentabilidad de un proyecto, además de permitir definir tasas por la prestación de los

servicios públicos. En este aparatado identificamos cinco (5) criterios y/o indicadores:

- V. **Presupuesto GIRS anual:** se define como el documento que nos establece los gastos e ingresos de una municipalidad en el término de un año, por lo tanto, permite planificar los recursos disponibles y adecuarlos a las actividades administrativas y operativas, este presupuesto se establece exclusivamente para la prestación del servicio público municipal definido en la GIRS.
 - VI. **Subsidia el costo del servicio GIRS:** identifica el nivel de subsidio por la GIRS en el municipio, entre mayor es la tasa o tarifa subsidiada en el municipio, tendrá una evaluación más baja en puntos.
 - VII. **Tarifa del servicio GIRS incluye las etapas GIRS:** en este criterio se requiere conocer que incluye la tarifa del servicio público, considerando que entre más etapas de la GIRS contenga, mayor será su calificación, ya que permite la recuperación de los costos por la prestación del servicio.
 - VIII. **Medio de cobro de la tarifa:** este criterio está relacionado al mecanismo de cobro de la tarifa, considerando que la mayor parte del país realiza el cobro mediante la factura de Bienes inmuebles lo que está directamente con el índice de morosidad en la mayoría de los municipios.
 - IX. **Índice de Morosidad de la SGIRS:** este indicador nos muestra el incumplimiento en el pago de la tasa por la prestación del servicio, determinado por la división entre el costo del servicio prestado y el valor pagado por el usuario.
- c) Aspecto Técnico-operativo: se consideran el conjunto de acciones técnicas y operativas para funcionamiento y operatividad el SGIRS, contempla la disponibilidad de personal capacitado, la logística y la planificación necesaria. Este aspecto incluye:

- X. **Dispone de Plan director para el Manejo de los residuos sólidos municipales:** es el instrumento de planificación que dicta las pautas o lineamientos para la mejora continua y participativa de la gestión de los residuos sólidos urbanos de un municipio, por ende, el conocer la disponibilidad de este documento, nos brinda una calificación en términos de planificación.
- XI. **Dispone de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos (E CRS):** bajo el mismo esquema del criterio anterior, la disponibilidad del Estudio nos permite determinar la proyección en la generación per cápita del término municipal, y forma parte importante de la medición de la GIRS.
- XII. **Etapas que implementa en el SGIRS:** se requiere identificar cuáles, y cuantas etapas GIRS implementa el municipio, desde la recolección y transporte hasta la disposición final, el desarrollo de más etapas permite dar una valoración mayor según la calificación del criterio.
- XIII. **Generación per cápita de RS (kg/hab/día):** este criterio nos permite conocer la cantidad de residuos generados en el término municipal y forma parte del E CRS, no obstante, el no contar con este dato, nos da una calificación de cero, y como referencia se toma en consideración el dato oficial del país.
- XIV. **Frecuencias de recolección y transporte de residuos:** se considera que este indicador, valora las frecuencias de recolección de los residuos, esta se refleja en el retiro de los residuos y va relacionado con el nivel de descomposición de estos, ya que entre más distanciadas son las frecuencias, mayor presencia de problemas por la mala gestión se identificaron en las zonas urbanas. Por lo tanto, entre mayor es la frecuencia de recolección, mayor es la calificación obtenida.
- XV. **Porcentaje (%) de toneladas recolectadas por día:** este valor se vincula con los criterios anteriores, calculada la generación per cápita se proyecta la generación en toneladas y por ende las frecuencias de

recolección son determinantes para cumplir con la totalidad de recolección, en este sentido, entre menos toneladas recolecten, menor será la calificación obtenida.

- XVI. **Tipos de tratamientos disponibles:** contar con algún tipo de tratamiento, permite medir el nivel de gestión de los residuos en el término municipal, por ende, si se cuenta con actividades como Compostaje, incineración entre otros, se valorará con una calificación alta.
 - XVII. **Cantidad de empresas dedicadas a la recuperación de material valorizable de RS:** el impacto positivo que genera este tipo de empresa es determinante para el desempeño ambiental y económico del municipio, por lo tanto, el recuperar material valorizable forma parte importante en la GIRS, entre mayor cantidad de empresas existan en el municipio, mayor será la calificación.
 - XVIII. **Cantidad de Ton de RS Valorizables recuperados en %:** estamos bajo el mismo esquema del criterio anterior, entre mayor sea la cantidad en toneladas de los residuos sólidos valorizables mayor será su calificación, ya que reducimos el impacto ambiental, al realizar acciones de recuperación y darle una utilidad al residuo.
 - XIX. **Sitio de disposición final:** este criterio se centra en la disposición final de los residuos, comúnmente en el país se disponen de diferentes maneras estas son adecuadas y en su mayoría inadecuadas, por lo tanto, los municipios que cuentan con sitios de disposición final adecuados obtendrán una mayor calificación en comparación a los municipios que disponen sus residuos en sitios no autorizados.
- d) Aspecto Social-Ambiental: está relacionado directamente a la gestión social y ambiental del SGIRS, donde se busca comunicar, educar y sensibilizar a la población del término municipal, con el fin de logra el manejo adecuado de los residuos sólidos y reducir el impacto ambiental negativo ocasionado por su mala gestión, fomentar la creación de emprendimiento comunitarios y

finalmente la gestión ambiental bajo el cumplimiento de la normativa ambiental vigente del país, en este aspecto identificamos seis (6) criterios y/o indicadores.

- XX. **Cuenta con Planes de Educación y sensibilización ambiental en su municipio:** estos documentos establecen las estrategias que buscan educar y sensibilizar a la sociedad, en este apartado, va dirigida a la buena gestión de los residuos sólidos, por lo tanto, contar con una herramienta de planificación permite tener una calificación alta, el no contar su calificación es cero.
- XXI. **Implementa campañas de Comunicación, Educación, y Sensibilización ambiental:** este criterio se relaciona con el anterior, no obstante, se centra en la implementación, el municipio puede contar con campañas y estratégicas bajo planes de educación y sensibilización ambiental, pero si no se implementan no se obtendrán los resultados requeridos. Por lo tanto, la implementación de acciones de educación y sensibilización ambiental permita obtener una mayor calificación.
- XXII. **Existe emprendimientos comunitarios en la GIRS:** la gestión comunitaria es importante, desde un enfoque de economía de escala, es decir, crecer de manera gradual a nivel de empresa, con el fin de mejorar las condiciones socioeconómicas mediante la generación de empleo e ingresos, y la disponibilidad del recurso facilita la creación de las mismas, por lo tanto medir este criterio, además de conocer la actividad en la gestión nos permite medir el crecimiento socioeconómico de dicho municipio, en este sentido, la existencia de emprendimientos brinda una calificación que suma a l total de la evaluación del sistema como tal. Además nos indica las acciones en términos de economía que debemos implementar.
- XXIII. **Existe potencial empresarial para implementar modelos de economía circular para la gestión de los residuos sólidos en el municipio:** se conoce que la economía circular es un modelo de producción, que su fin es reducir la pérdida de recursos disponibles, por ende, conocer el potencial en el municipio, favorece la gestión y reduce la pérdida de recursos, este criterio nos permite valorar este potencial.
- XXIV. **Usuario satisfecho con el SGRSM:** el garantizar la satisfacción por la prestación del SGIRS, actualmente es una demanda que va en crecimiento,

y, por ende, la entidad responsable debe evaluar constantemente este servicio, y si es requerido mejorar la gestión, según la respuesta de los usuarios en términos de frecuencia, atención brindada y costo, para este modelo conocer esta satisfacción es necesario, ya que permite establecer mejoras en el mismo.

- XXV. **El sitio de disposición final de los residuos sólidos cuenta con la Autorización Ambiental por parte de la SERNA:** este criterio, va directamente relacionado con la gestión ambiental del municipio, y se centra básicamente en tener el permiso ambiental correspondiente para la operación del sitio de disposición final de los residuos sólidos.

Los criterios y/o indicadores definidos se basan bajo los aspectos contemplados para el diseño del Modelo GIRS SIENTE (Institucional-Normativo, Económico - Financiero, Técnico-Operativo y Social-Ambiental), a continuación, se detallan en la

Tabla 15. Criterios y/o Indicadores básicos para definición de Modelos GIRS SIENTE

Aspecto GIRS	No	Criterio/Indicadores de evaluación	Puntaje asignado
Institucional-Normativo	I	Nivel de desarrollo municipal (Categorización Municipal SGJD-2020)	4
	II	Cuenta con normativa que respalde y garantice la GIRSM	7
	III	Dependencia municipal u otra organización que maneja la GIRS en su municipio	4
	IV	Existe participación GIRS	5
	Total, valoración de aspecto		
Económico-Financiero	V	Presupuesto GIRS anual	3
	VI	Subsidia el costo del servicio GIRS	5
	VII	Tarifa del servicio GIRS incluye las etapas GIRS	6
	VIII	Medio de cobro de la tarifa	6
	XI	Índice de Morosidad de la SGIRS	5
	Total, valoración de aspecto		
Técnico-Operativo	X	Dispone de Plan director para el Manejo de los residuos sólidos municipales	2
	XI	Dispone de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos	1
	XII	Etapas que implementa en el SGIRS	6
	XIII	Generación per cápita de RS (kg/hab/día)	3
	XIV	Frecuencias de recolección y transporte de residuos	6
	XV	Porcentaje (%) de toneladas recolectadas por día	5
	XVI	Tipos de tratamientos disponibles	3
XVII	Cantidad de empresas dedicadas a la recuperación de material valorizable de RS	3	

	XVIII	Cantidad de Ton de RS Valorizables recuperados en %	3
	XIX	Sitio de disposición final	3
	Total, valoración de aspecto		35
Social-Ambiental	XX	Cuenta con Planes de Educación y sensibilización ambiental en su municipio	3
	XXI	Implementa campañas de Comunicación, Educación, y Sensibilización ambiental	4
	XXII	Existe emprendimientos comunitarios en la GIRS	4
	XXIII	Existe potencial empresarial para implementar modelos de economía circular para la gestión de los residuos sólidos en el municipio	2
	XXIV	Usuario satisfecho con el SGRSM	5
	XXV	El sitio de disposición final de los residuos sólidos cuenta con la Autorización Ambiental por parte de la SERNA	2
	Total, valoración de aspecto		20
Total, evaluación de los Criterios/Indicadores SGIRS			100

Según la evaluación o calificación obtenida se categoriza el municipio, por lo tanto, para tener un análisis más completo en la asignación de la zona operativa correspondiente, se presenta una tabla resumen de valoración por cada aspecto, asignándoles un puntaje según su nivel de importancia, donde la sumatoria de cada uno suman en total de 100 puntos, en este sentido, los municipios se categorizan según el puntaje obtenido, en la tabla 16, se detalla.

Tabla 16. Resumen de Evaluación de Aspectos del Modelo GIRS SIENTE para municipios de Honduras (ejemplo)

Aspectos GIRS	Valor	NOMBRE DE MUNICIPIOS					
		A	B	C	D	E	F
ASPECTOS INSTITUCIONALES-LEGALES	20	20	12	11	0	0	0
ASPECTO FINANCIERO - ECONOMICO	25	25	14	7	0	0	0
ASPECTO TÉCNICO- OPERATIVO	35	35	13	9	0	0	0
ASPECTO SOCIAL- AMBIENTAL	20	20	3	3	0	0	0
TOTAL	100	100	42	30	0	0	0
ZONA		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 3	Zona 3	Zona 3

En la tabla 16, se muestran una clasificación más detallada por categoría (Baja, Media y Alta), esta se reclasifica en tres (3) rangos de valoración, donde según los resultados obtenidos se emiten algunas observaciones o detalles que los identifican para ubicarlos en las zonas correspondientes, además de ello se definen

recomendaciones puntuales a implementar por la Gerencia Intermunicipal a través de sus coordinadores técnicos.

Tabla 17. Categorización zonal de los municipios asociados al Modelo GIRS SIENTE

Categoría	Rango	Observación	Tipo de zona	Recomendación
Baja	0-10 Tercera	<ol style="list-style-type: none"> 1. No implementa ninguna Etapa GIRS. 2. Subsidio económico del servicio en su totalidad. 3. No cuenta con ninguna unidad municipal para la GIRS. 4. No tiene herramientas de planificación y normativas. 	Ingresar a Zona 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. El municipio necesita una reestructuración inmediata en el SGIRSM. 2. Asistencia técnica y financiera inmediata y permanente
	11-20 Segunda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa únicamente 1 Etapa GIRS (Recolección y transporte, sin sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico del servicio en su totalidad. 3. No tienen una unidad municipal definida para la GIRS. 4. No tiene herramientas de planificación y normativas. 		
	21-30 Primera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa al menos 2 (dos) Etapas GIRS (Recolección, Transporte y varios sitios de disposición final definidos). 2. Subsidio económico del servicio en su totalidad. 3. No tienen una unidad municipal definida para la GIRS. 4. No tiene herramientas de planificación y normativas. 		
Medio	31-45 Tercera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa al menos tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental parcial, Recolección y transporte y un único sitio de dispersión final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. No tiene herramientas de planificación y normativas definidas. 4. Al menos, la Unidad Municipal Ambiental se incorpora en la GIRS. 	Ingresar a Zona 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. El SGIRSM, cumple con las etapas básicas, pero tiene una disposición final INADECUADA. 2. Asistencia técnica y gestión financiera oportuna

	46-55 Segunda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa más de tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental en la mayor parte del área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas definidas y parcialmente implementadas. 4. Al menos, la Unidad Municipal Ambiental se incorpora en la GIRS. 		
	56-70 Primera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa más de tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental, Recolección y transporte en el área urbana y un único sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas definidas para su implementación. 4. La Unidad Municipal Ambiental es responsable de la GIRS, con participación de dependencias municipales. 		
Alta	71-80 Tercera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 4. Cuenta con una dependencia Municipal directamente para la GIRS. 	Ingresar a Zona 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. El SGRSM, cumple con las etapas básicas, cuenta con una disposición final adecuada más incidencia social ambiental, que incluye valorización de los residuos sólidos parcialmente.

	<p>81-90 Segunda</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 4. Se gestionan emprendimientos comunitarios en valorización de residuos. Cuenta con una dependencia Intermunicipal directamente para la GIRS. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Asistencia técnica, gestión financiera, incidencia social y ambiental, para mejorar el SGRSM, por lo tanto, el objetivo se ha logrado, pero no se debe descuidar el SIGRSM.
	<p>91-100 Primera</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 4. Se gestionan emprendimientos comunitarios en valorización de residuos. 5. Cuenta con una dependencia Intermunicipal directamente para la GIRS. 6. Cuenta con Planta de Recuperación de residuos sólidos. 	

Este esquema operativo, si bien es cierto no es de obligatorio cumplimiento, si el gobierno local obtiene una calificación superior y la capacidad del municipio no lo permite, como ejemplo, si el municipio obtiene una calificación de 65 puntos ubicándose en Zona media, no se exige que se cumpla de manera inmediata lo requerido en la zona tal como está definido, si no que su implementación debe realizarse de manera gradual según la capacidad y desempeño del municipio, por lo que, la propuesta de este modelo es participativo y su objetivo es mejorar las condiciones de salud y reducir los impactos ambientales negativos en la localidad, contando este modelo con acompañamiento de la Gerencia Intermunicipal a través

de los coordinadores técnicos quienes evaluarán el avance de la implementación del modelo y esquema operativo, y concluir si determinado municipio está listo para escalar a la siguiente etapa de gestión.

5.3.2 Penalizaciones al Modelo de Gestión GIRS SIENTE

Los vertederos de Residuos Sólidos Urbanos no controlados tienen una consecuencia medioambiental inmediata en su entorno, afectado tanto la salud de la población como el medio ambiente, identificado por la generación de lixiviados y gases de efecto invernadero principalmente.

El vertido incontrolado de los residuos sólidos impactan negativamente en la salud y el medio ambiente, se conoce que desde la época contemporánea la práctica del vertido a cielo abierto se ha identificado como un método persistente para la eliminación de los residuos sólidos urbanos, además los sistemas de gestión de residuos sólidos ineficientes muestran que más del 90% de los residuos se viertan sin ningún control y en algunos casos sean quemados de manera incontrolada, especialmente en países en desarrollo, la descomposición de los RSU en los sitios incontrolados de vertidos a cielo abierto o crematorios municipales generan contaminación ambiental significativa, generando la existencia de lixiviados y gases de efecto invernadero (Kumar Drall, J. et al, 2024).

En América Latina el nivel de contaminación generados por el vertido de los residuos sólidos en los sitios de disposición final en ALC, están estrechamente relacionados con las emisiones de contaminantes de efecto invernadero por el manejo y disposición final de los residuos sólidos, ocupan el tercer lugar en las fuentes de emisiones antropogénicas de metano, lo que equivale aproximadamente a un 11% del total de las emisiones globales (PNUMA, 2018).

En relación a los lixiviados generados en los sitios de vertido de residuos, la probabilidad de fuga de diferentes partes en el vertedero genera altos niveles de contaminación y afectación al suelo y en muchas ocasiones al recurso hídrico (Shuangke F., et al, 2024).

El manejo inadecuado de los residuos sólidos trae consigo una serie de consecuencias que afectan la salud de la población e impactan en el medio ambiente, además la inexistencia de soluciones adecuadas y eficientes aumentan los efectos negativos, principalmente por el vertido incontrolado de los residuos sólidos.

En los países en vías de desarrollo la falta de presupuesto en la GIRS, la inoperancia y la falta de compromiso provoca que el sistema de gestión de residuos sólidos se desarrolle de manera ineficiente. Por ende, una mala gestión genera impactos negativos para la población, cada etapa del sistema GIRS es importante para cada municipio, no obstante, los sitios de disposición final inadecuados como botaderos ilegales, crematorios a cielo abierto, sitios no autorizados, entre otros, son de los principales problemas que enfrentan estos.

No obstante, para efectos de este apartado se considera que el elemento más impactante en un sistema GIRS es el No control desde el origen, recolección, transporte y descarga o vertido de los residuos sólidos, este último siendo el más representativo y que tiene mayor afectación para la salud de la población y el medio ambiente, por ende, se establece como parte del proceso de medición y evaluación del desempeño de los municipios, centrándose en los resultados obtenidos, y a partir de ello establecer procesos sancionatorios o de penalización, por la inestabilidad en el control de los sitios de vertido incontrolado de los residuos sólidos.

Para mejorar la gestión de los residuos sólidos a través de la implementación del **“Modelo GIRS SIENTE”**, requiere un alto nivel de responsabilidad y participación por parte de los gobiernos locales desde su evaluación inicial hasta el cumplimiento de cada una de sus actividades, que son adquiridas al momento de ingresar a la asociación, cada municipio al formar parte del modelo debe incorporar procesos de mejora continua en la gestión de los residuos sólidos de su término municipal.

En este sentido, se anexa una propuesta de penalización por la reducción de las actividades o simplemente por no hacer acciones de mejora a la gestión de residuos desde su última evaluación, esta propone un una Minoración y/o Penalización del

10% de la puntuación obtenida en el modelo GIRS SIENTE, esto aplica si en el diagnóstico, seguimiento y obtención de datos del municipio se identifican la presencia de vertederos o botaderos incontrolados de los residuos sólidos dentro del término municipal correspondiente.

Por ejemplo, y como un caso sencillo, es que un determinado municipio inicia su proceso de evaluación para el ingreso al Modelo GIRS SIENTE, obteniendo una calificación de 81%, este municipio será medido bajo la identificación de vertederos o botaderos incontrolados, este considerado como un impacto negativo, ya que estos conlleva la ineficiencia en el desarrollo del resto de las acciones del sistema, por ende, si un municipio se presentan múltiples sitios de vertido de residuos sólidos no autorizados tendrá una afectación en su desempeño, donde su penalización será bajar de categoría (primera, segunda y tercera) en la zona donde esta fue ubicada.

Por ejemplo, el municipio X, obtuvo una calificación de 81% ubicándose en la Categoría Segunda dentro de la Zona 1 o Alta; no obstante, al realizar una evaluación de seguimiento se ha identificado la presencia de vertidos incontrolados de residuos sólidos, este es penalizado con una reducción o minoración del de su % en relación a su valoración anterior ($81\% - 10\% = 71\%$), teniendo como consecuencia, que deberá bajar de categoría en la misma zona, esto nos muestra que después de que el municipio se ubicaba en un nivel alto, por su falta de compromiso ha bajado su rendimiento y por ende, la estabilidad en el Modelo se ve afectada generando un impacto en su eficiencia y funcionamiento.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de un proceso de penalización del modelo GIRS

Tabla 18. Ejemplo de penalización municipal del modelo GIRS SIENTE

Municipio	Evaluación 1			Evaluación de seguimiento		Resultados de la Evaluación de seguimiento		
	Valoración	Categoría	Zona	Observaciones	Penalización	Nueva Valoración	Categoría	Zona
X	85	Segunda	Alta	Cuenta con Relleno sanitario. Se han identificado más de 10	Reducción del 10% de su valoración obtenida	$85\% - 10\% = 75\%$	Tercera	Alta

				sitios ilegales de vertido de residuos solidos				
<p>Resolución: El municipio X cuenta con una valoración del 85% ubicando a este en la categoría segunda de la Zona 1 o Alta.</p> <p>En su evaluación de seguimiento se identificó que no han controlado los sitios de vertido ilegal de los residuos sólidos identificados en su territorio, al contrario, han aumentado en cantidad, por lo que su capacidad o desempeño se ve afectada en su eficiencia, y se penaliza reduciendo un 10%.</p> <p>Aplicando la penalización, de la valoración 85% restamos el 10%, quedando una valoración final de 75%, bajando al municipio de categoría de segunda a tercera, no obstante, se mantiene en la misma Zona 1 o Alta.</p>								

5.3.3 Ejemplo de estudio de caso

Un estudio de caso se centra en una investigación de un contexto. Según (López González, W.O., 2013), la investigación que toma en cuenta la metodología de estudios de casos puede ser descriptivas, exploratorias, cuando se requiera identificar y describir los distintos factores que tienen incidencia en determinado fenómeno considerado para el estudio; explicativas y predictivas, cuando se busca descubrir vínculos entre las variables y el fenómeno, y si esta examina las condiciones límites de una teoría respectivamente.

En nuestro ejemplo, nos centraremos en la descripción y exploración de la gestión de los residuos sólidos en tres (3) municipios de Honduras, donde buscamos identificar el problema y generar las soluciones requeridas para tal fin.

En Honduras la Gestión de los residuos sólidos es un desafío que día con día provoca problemas de salud a la población e impacta al medio, para este caso tomaremos en cuenta tres (3) municipios ubicados cercanos geográficamente, cuentan como objetivo común “Mejorar la Gestión de los residuos sólidos de su municipio” y su interés en formar parte de la asociación para la implementación del Modelo GIRS SIENTE.

Los municipios participantes para este estudio y su descripción general se muestran a continuación:

Tabla 19. Municipios Participantes ejemplo Caso de Estudio aplicación Modelo GIRS SIENTE

Departamento	Municipio	Categoría Municipal	Población estimada*	Área Km2
Comayagua	Comayagua	A	176,219	834.2

	Villa de San Antonio	B	26,930	341.2
	San Jerónimo	C	23,942	227.0

Nota: *La población estimada de los municipios es según datos de proyección del Instituto Nacional de estadísticas para el año 2021.

Los municipios se muestran geográficamente en el siguiente Mapa:

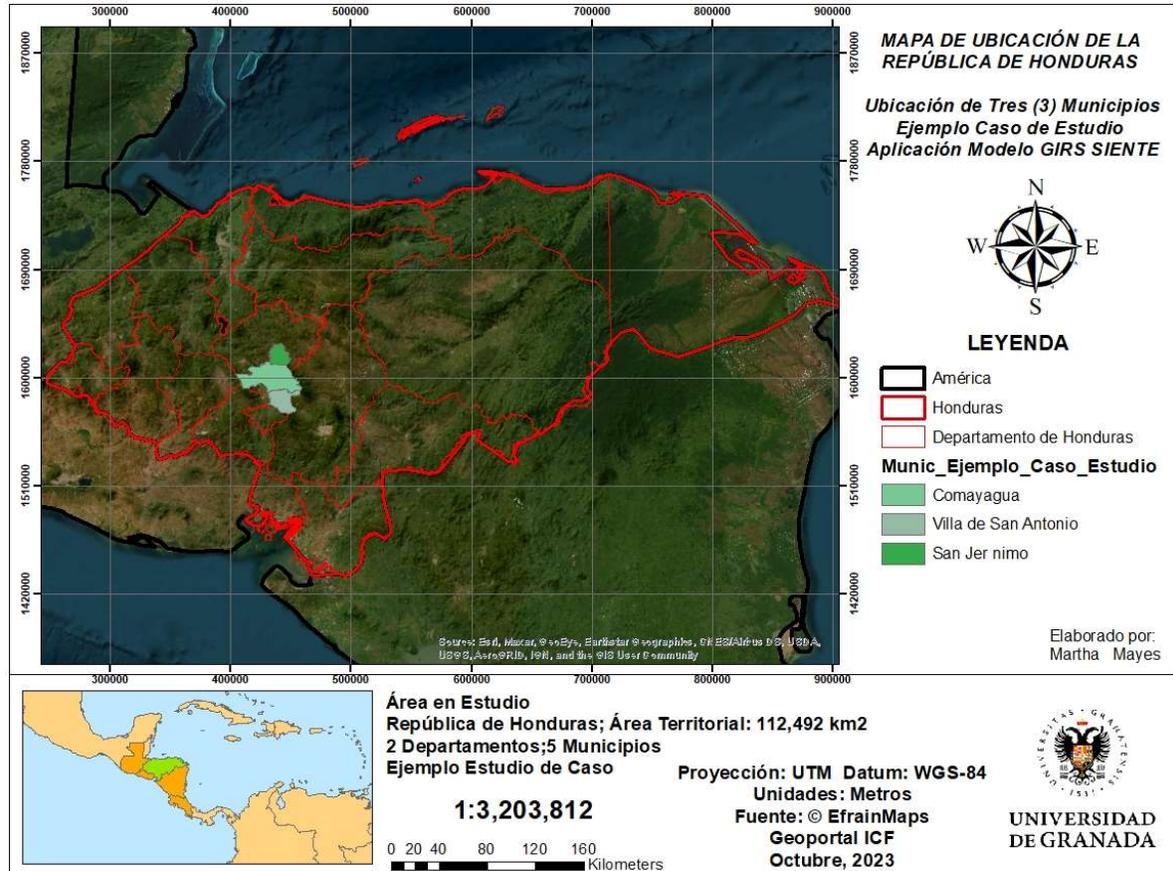


Figura 17. Mapa de Ubicación de la República de Honduras Ubicación de cinco (5) municipio, ejemplo Caso de Estudio Aplicación de Modelo GIRS SIENTE

La aplicación del Modelo GIRS SIENTE, contempla el desarrollo de una evaluación inicial de los municipios de los cuatro aspectos básicos de un sistema GIRS.

- Institucional-Normativo
- Económico-Financiero
- Técnico-Operativo
- Social-Ambiental

Para la recuperación de datos se realizó la aplicación de un cuestionario en línea haciendo uso de la herramienta de Google Forms, este formulario cuenta con 25 criterios y/o preguntas, estos se enviaron a los municipios preseleccionados previamente para efectos de validación del modelo.

Seguidamente se procedió a la incorporación de los valores de cada criterio a la Libro de Cálculo del software Excel, llamada “Evaluación de Aspectos GIRS para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE”, EN LA Figura 18, se puede observar, que el libro de Excel cuenta con cinco (5) hojas de cálculo, Hoja Resumen y una hoja de cálculo por aspecto GIRS.

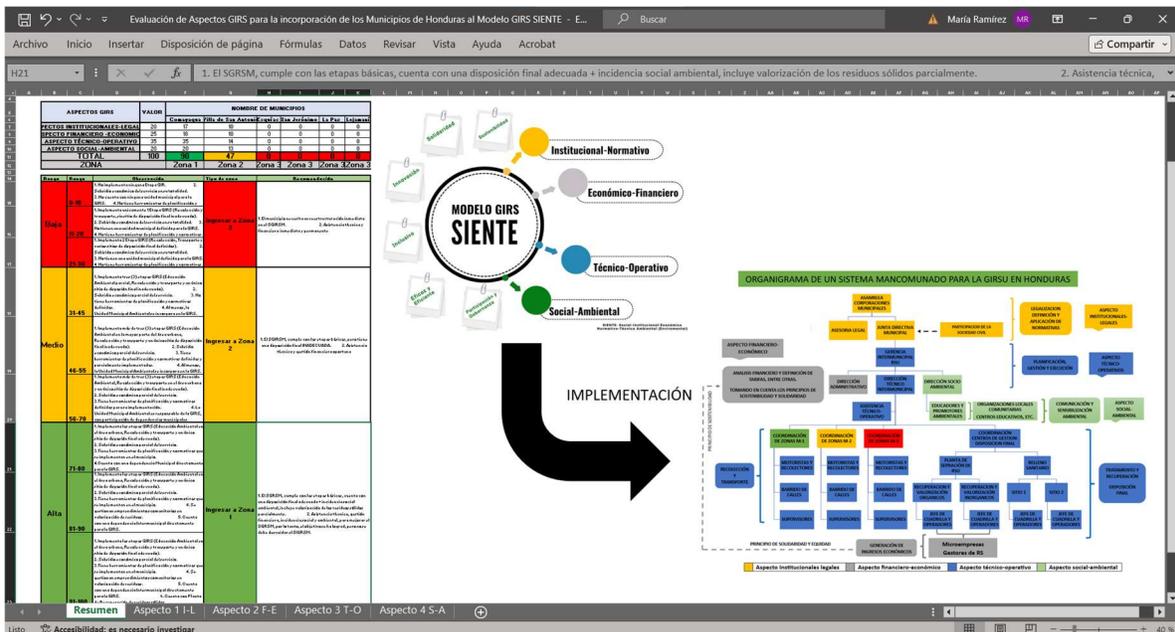


Figura 18. Libro de Calculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE

En las figuras siguientes se muestran las calificaciones obtenidas por aspectos relacionados a la gestión de los residuos sólidos, donde brinda la valoración a los municipios que participaron en la integración del Modelo GIRS SIENTE, los aspectos evaluados son los Institucional-Legal, Financiero-Económico, Técnico-Operativo y Social-Ambiental.

Tabla 20. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Institucional-legal para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE

No de Criterio	Criterio	Valor	Nombres de Municipios/Ciudades						Observación
			Comayagua	Villa de San Antonio	San Jerónimo	0	0	0	
ASPECTOS INSTITUCIONALES-LEGALES								20%	
I	Nivel de desempeño del municipio	4	4	3	2				Selección la categoría correspondiente a su municipio
	A: Desarrollados	4							
	B: en Desarrollo	3	4	3	2	0	0		
	C: En Crecimiento	2							
	D: Crecimiento Lento	1							
II	Cuenta con normativa que respalde y garantice la GIRSM	7	4	4	4				Si no tiene ningún instrumento colocar únicamente "0"
	Reglamentos Municipales	3	0	0	0	0	0		
	Ordenanzas municipales	2	2	2	2	0	0		
	Plan de Arbitrio Municipal	2	2	2	2	0	0		
	No tiene	0	0	0	0	0	0		
III	Dependencia municipal u otra organización que maneja la GIRS en su municipio	4	3	3	3				
	Unidad Técnica de residuos sólidos	4							
	Unidad Municipal Ambiental	3							
	Unidad Técnica Intermunicipal	4							
	Dependencia municipal desconcentrada	4	3	3	3	0	0		
	Junta Administradora de agua	3							
	Otra	2							
	No tiene unidad responsable	0							
IV	Existe participación GIRS	5	4	4	4				
	Participación pública	4							
	Participación privada	3							
	Participación Mancomunada	5	4	4	4	0	0		
	No existe	0							
TOTAL EVALUACIÓN CRITERIOS I-L		20	15	14	13				

Tabla 21. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Financiero-económico para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE

No de Criterio	Criterio	Valor	Nombres de Municipios/Ciudades						Observación
			Comayagua	Villa de San Antonio	San Jerónimo	0	0	0	
ASPECTO FINANCIERO -ECONOMICO									
25%									
V	Presupuesto GIRS anual	3	3	3	3	0	0	0	
	Sí	3							
	No necesariamente	1	3	3	3	0	0		
	No	0							
VI	Subsidia el costo del servicio GIRS	5	3	0	0	0	0	0	
	Sí	0							
	Una parte del SGRSM	3	3	0	0	0	0	0	
	No	5							
VII	Tarifa del servicio GIRS incluye	6	6	6	6	0	0	0	
	Barrido de calles, recolección, transporte y Disposición Final	6							
	Recolección, transporte y Disposición Final	5	6	6	6	0	0	0	
	Recolección y transporte	4							
	Disposición Final	2							
	Ninguna	0							
VIII	Medio de cobro de la tarifa	6	3	3	1	0	0	0	
	RESIDENCIAL	4							
	Bienes inmuebles	1							
	Factura de agua potable	4							
	Factura Energía eléctrica	4	1	1	1	0	0	0	
	Alcantarillado sanitario	1							
	Otra modalidad	1							
	No cobra	0							
	COMERCIAL	2							
	Permiso de operación	2							
	Factura de agua potable	2							
	Factura Energía eléctrica	2	2	2	0	0	0		
	Alcantarillado sanitario	1							
	Otra modalidad	1							
No cobra	0								
XI	Índice de Morosidad de la SGIRS	5	3	3	3	0	0	0	
	No existe morosidad	5							
	Hasta 10%	4							
	Hasta 30%	3	3	3	3	0	0		
	Hasta 50%	2							
	Más del 51%	1							
TOTAL EVALUACIÓN CRITERIOS E-F		25	18	15	13	0	0	0	

Tabla 22. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Técnico-Operativo para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE

No de Criterio	Criterio	Valor	Nombres de Municipios/Ciudades						Observación
			Comayagua	Villa de San Antonio	San Jerónimo	0	0	0	
ASPECTO TÉCNICO-OPERATIVO									
								35%	
X	Dispone de Plan director para el Manejo de los residuos sólidos municipales	2	2	0	0	0	0	0	
	Sí	2	2	0	0	0	0	0	
	No	0							
XI	Dispone de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos	1	1	0	0	0	0	0	
	Sí	1	1	0	0	0	0	0	
	No	0							
XII	Etapas que implementa en el SGIRS	6	6	4	4	0	0	0	
	Recolección, Transporte, Barrido de Calles, Tratamiento de residuos sólidos, Disposición final adecuada	6	6	4	4	0	0	0	
	Recolección, Transporte, Barrido de Calles y Disposición final inadecuada	4							
	Recolección, Transporte y Disposición final inadecuada	3							
	Recolección, Transporte sin ningún sitio de disposición	1							
	No realiza ninguna etapa	0							
XIII	Generación per cápita de RS (kg/hab/día)	3	2	0	3	0	0	0	Este dato, se obtiene del Estudio de Caracterización de los RSM del municipio, si no cuenta con ECRS, se deberá asumir el dato oficial manejado para el país.
	0.35 kg/hab/día	3	2	0	3	0	0	0	
	0.60 kg/hab/día	2							
	> 0.61 kg/hab/día	1							
No tienen datos	0								
XIV	Frecuencias de recolección y transporte de residuos	7	5	5	1	0	0	0	Seleccione las Frecuencias de recolección
	Diario	3	3	3	0	0			
	Dos veces por semana	2	2	2	0	0			

	Una vez por semana	1	0	0	1	0			que brinda el municipio, y si no dispone de alguna frecuencia, por favor coloque "0"
	Una vez al mes	1	0	0	0	0			
	Nunca	0	0	0	0	0			
XV	Porcentaje (%) de toneladas recolectadas por día	6	6	3	4	0	0	0	
	Alta recolección: más del 60%	6	6	3	4	0	0	0	
	Media Recolección: 59-40%	4							
	Baja recolección: 01-39%	3							
	Ninguna	0							
XVI	Tipos de tratamientos disponibles	4	1	1	0	0	0	0	Seleccione las opciones que considere que implementa
	Planta de Recuperación de RS Valorizables	3	0	0	0	0	0	0	
	Compostaje de Residuos Orgánicos	1	1	1	0	0	0	0	
	Ninguno	0	0	0	0	0	0	0	
XVII	Cantidad de empresas dedicadas a la recuperación de material valorizable de RS	3	2	1	0	0	0	0	
	0 empresas existentes	0	2	1	0	0	0	0	
	1-5 empresas existentes	1							
	6-10 empresas existentes	2							
	Más de 11 empresas	3							
XVIII	Cantidad de Ton de RS Valorizables recuperados en %	3	1	3	1	0	0	0	Datos obtenidos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales
	Más del 41%	3	1	3	1	0	0	0	
	Entre el 40-20%	2							
	Menos del 21%	1							
	Ninguna	0							
XIX	Sitio de disposición final	3	3	1	1	0	0	0	Seleccione la opción que implementa en su municipio
	Relleno Sanitario	3	3	1	1	0	0	0	
	Buenas Prácticas en el sitio de disposición final (Botadero Controlado)	2							
	Crematorio Municipal/Botadero	1							
	Ninguno	0							
TOTAL EVALUACIÓN CRITERIOS T-O		35	28	15	13	0	0	0	

Tabla 23. Hoja de Cálculo Excel Evaluación de Aspectos GIRS Social-Ambiental para la incorporación de los Municipios de Honduras al Modelo GIRS SIENTE

No de Criterio	Criterio	Valor	Nombres de Municipios/Ciudades			0	0	0	Observación
			Comayagua	Villa de San Antonio	San Jerónimo				
ASPECTO SOCIAL-AMBIENTAL 20%									
XX	Cuenta con Planes de Educación y sensibilización ambiental en su municipio	3	3	0	3	0	0	0	
	SI	3	3	0	3	0	0		
	No	0							
XXI	Implementa campañas de Comunicación, Educación, y Sensibilización ambiental	4	4	0	2	0	0	0	
	Sí	4	4	0	2	0	0		
	Parcialmente (acciones sin planificación)	2							
	No	0							
XXII	Existe emprendimientos comunitarios en la GIRS	4	4	0	4	0	0	0	
	Sí	4	4	0	4	0	0		
	No	0							
XXIII	Existe potencial empresarial para implementar modelos de economía circular para la gestión de los residuos sólidos en el municipio	2	2	2	4	0	0	0	
	Sí	2	2	2	4	0	0		
No	0								
XXIV	Usuario satisfecho con el SGRSM	5	5	0	5	0	0	0	-
	SI	5	5	0	5	0	0		
	NO	0							
XXIV	El sitio de disposición final de los residuos sólidos cuenta con la Autorización Ambiental por parte de la SERNA	2	2	0	0	0	0	0	Permiso Ambiental, emitido por la entidad Nacional Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente
	SI	2	2	0	0	0	0		
	NO	1							
TOTAL EVALUACIÓN CRITERIOS S-O		20	20	2	18	0	0	0	

En la tabla 24, se muestra los resultados de la aplicación de los criterios evaluados a los tres (3) municipios, la valoración de los aspectos se determina de acuerdo con su nivel de importancia sumando el 100%.

Para el presente estudio, se han obtenido resultados basados en los datos que manejan los técnicos municipales responsables de la gestión de los residuos sólidos del municipio.

Los municipios participantes se ubican según la puntuación obtenida el Municipio de Comayagua obtuvo una puntuación de 81%, ubicándose en la zona 1; los municipios Villa de San Antonio y San Jerónimo, obtuvieron una calificación de 46% y 57% respectivamente, ubicándolos en la Zona 2.

Tabla 24. Caso de Estudio Evaluación de Aspectos del Modelo GIRS SIENTE para tres (3) municipios de Honduras

ASPECTOS GIRS	VALOR	NOMBRE DE MUNICIPIOS					
		Comayagua	Villa de San Antonio	San Jerónimo	0	0	0
ASPECTOS INSTITUCIONALES-LEGALES	20	15	14	13	0	0	0
ASPECTO FINANCIERO -ECONOMICO	25	18	15	17	0	0	0
ASPECTO TÉCNICO-OPERATIVO	35	28	15	14	0	0	0
ASPECTO SOCIAL-AMBIENTAL	20	20	2	13	0	0	0
Calificación o Valoración	100	81	46	57	0	0	0
ZONA		Zona 1	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 3
Categoría por zona		Segunda	Segunda	Primera			
PENALIZACIÓN O MINORACIÓN (-)		-10	-10	-10	0	0	0
ZONA FINAL		Zona 1	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 3	Zona 3
Categoría por zona (Primera, Segunda y Tercera)		Tercera	Tercera	Segunda			
Calificación o Valoración final		71	36	47		0	Zona 3

Según la zona de integración al modelo, se definen una serie de características para cada uno, a continuación, se detallan:

Zona 1

Según los resultados el municipio de Comayagua se ubica en zona 1, evaluación alta, pero con una valoración que le permite estar en la segunda Categoría de la Zona 1, este municipio tiene acciones concretas que realiza, no obstante, debe incorporar un plan de mejora y avanzar en el desempeño de las acciones requeridas para una buena gestión de los residuos municipales.

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 4. Cuenta con una dependencia Municipal directamente para la GIRS. 	
<p style="text-align: center;">71-80 Tercera</p> <p>Alta</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 3. Se gestionan emprendimientos comunitarios en valorización de residuos. 4. Cuenta con una dependencia Intermunicipal directamente para la GIRS. 	<p style="text-align: center;">Ingresar a Zona 1</p>
<p style="text-align: center;">81-90 Segunda</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. El SGRSM, cumple con las etapas básicas, cuenta con una disposición final adecuada + incidencia social ambiental, incluye valorización de los residuos sólidos parcialmente. 2. Asistencia técnica, gestión financiera, incidencia social y ambiental, para mejorar el SGRSM, por lo tanto, el objetivo se ha logrado, pero no se debe descuidar el SIGRSM.

<p>91-100 Primera</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa las etapas GIRS (Educación Ambiental en el área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final adecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas que se implementan en el municipio. 3. Se gestionan emprendimientos comunitarios en valorización de residuos. 4. Cuenta con una dependencia Intermunicipal directamente para la GIRS. 5. Cuenta con Planta de Recuperación de residuos sólidos. 	
---	--	--

Zona 2

Según los resultados de los municipios de Villa de San Antonio y San Jerónimo, se ubican en zona 2, evaluación media, no bastante el municipio de San Jerónimo tienen una valoración que le permite estar en la primera etapa (56-70%), lo que significa, si cumplen su plan de mejora están muy cercanos a cambiar de zona operativa de dos a uno, esto les permitirá que su gestión sea más efectiva en el manejo de los residuos sólidos; en cambio el municipio de la Villa de San Antonio se ubican en la etapa inferior segunda (46-55%), estableciendo planes de mejora según su capacidad de desempeño y de esta manera superar las debilidades y escalar al siguiente nivel.

<p>31-45 Tercera</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental parcial, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. No tiene herramientas de planificación y normativas definidas. 4. Al menos, la Unidad Municipal Ambiental se incorpora en la GIRS. 	
<p>Media</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa más de tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental en la mayor parte del área urbana, Recolección y transporte y un único sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas definidas y parcialmente implementadas. 4. Al menos, la Unidad Municipal Ambiental se incorpora en la GIRS. 	<p>Ingresar a Zona 2</p>
<p>46-55 Segunda</p> <p>56-70 Primera</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementa más de tres (3) etapas GIRS (Educación Ambiental, Recolección y transporte en el área urbana y un único sitio de disposición final inadecuado). 2. Subsidio económico parcial del servicio. 3. Tiene herramientas de planificación y normativas definidas para su implementación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El SGIRSM, cumple con las etapas básicas, pero tiene una disposición final INADECUADA. 2. Asistencia técnica y gestión financiera oportuna

4. La Unidad Municipal Ambiental es responsable de la GIRS, con participación de dependencias municipales.

Para efectos de su aplicabilidad, se realiza mediante la misma metodología para cada Zona (1, 2 y 3) Categoría (primera, segunda y tercera), cada municipio con apoyo de su coordinador de zona, deberán elaborar su plan de mejora en la gestión, si este plan es cumplido por los municipios, les permitirá ser evaluados nuevamente y conocer si están aptos para continuar al siguiente nivel, o se debe reforzar acciones para la implementación del plan.

Además, se debe tomar en cuenta que cada municipio al ingresar a la asociación adquiere responsabilidad, que les exigirá en la medida de lo posible que cumplan con cada compromiso, de lo contrario se aplicará un proceso sancionatorio, aprobado mediante el Reglamento de Funcionamiento de la Asociación del Modelo GIRS SIENTE.

Como seguimiento al resultado de la evaluación, desarrollamos la evaluación de seguimiento de tres (3) municipios de los presentados en la tabla anterior:

Los municipios tomados para este ejemplo son: Comayagua, Villa de San Antonio y San Jerónimo.

Tabla 25. Evaluación de seguimiento del Municipio de Comayagua

Municipio	Evaluación 1			Evaluación de seguimiento		Resultados de la Evaluación de seguimiento		
	Valoración	Categoría	Zona	Observaciones	Penalización	Nueva Valoración	Categoría	Zona
Comayagua	81	Segunda	1 Alta	Cuenta con Relleno sanitario. Se han identificado más de 10 sitios ilegales de vertido de	Reducción del 10% de su valoración obtenida	81%-10%= 71%	Tercera	Alta

Resolución:

El municipio de Comayagua cuenta con una valoración del 81% ubicando a este en la categoría segunda de la Zona 1 o Alta.

En su evaluación de seguimiento se identificó que no han controlado los sitios de vertido ilegal de los residuos sólidos identificados en su territorio, al contrario, han aumentado en cantidad, por lo que su capacidad o desempeño se ve afectada en su eficiencia, y se penaliza reduciendo un 10%.

Aplicando la penalización, de la valoración 81% restamos el 10%, quedando una valoración final de 71%, bajando al municipio a la Categoría tercera, no obstante, se mantiene en la misma Zona 1 o Alta.

A continuación, se muestran imágenes resultados de la evaluación de campo del municipio.

En la Figura 23, puedes observar que el municipio de Comayagua cuenta con un relleno sanitario mecanizado, a pesar de ello, se identificaron en áreas públicas del municipio la existencia de botaderos incontrolados de residuos sólidos, estos de menor magnitud (ver la figura 24).

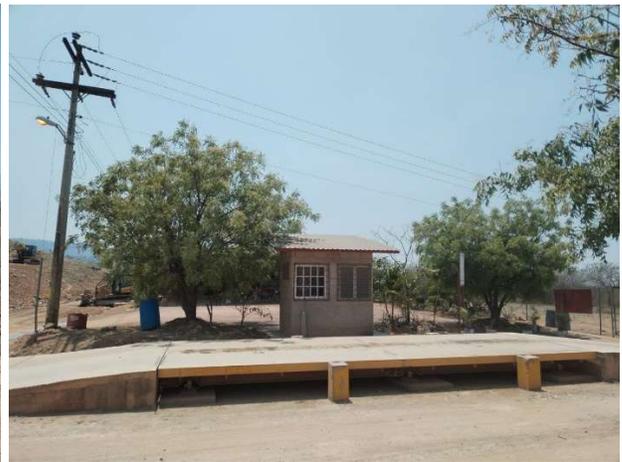


Figura 19. Relleno Sanitario Municipal de Comayagua



Figura 20. Botaderos o vertederos de residuos sólidos incontrolados

Tabla 26. Evaluación de seguimiento del Municipio de la Villa de San Antonio

Municipio	Evaluación 1			Evaluación de seguimiento		Resultados de la Evaluación de seguimiento		
	Valoración	Categoría	Zona	Observaciones	Penalización	Nueva Valoración	Categoría	Zona
Villa de San Antonio	46	Segunda	2 Media	Cuenta con Crematorio municipal controlado. Se han identificado más de 10 sitios ilegales de vertido de residuos sólidos	Reducción del 10% de su valoración obtenida	46%-10%= 36%	Tercera	2 Media

Resolución:

El municipio de la Villa de San Antonio cuenta con una valoración del 46% ubicando a este en la categoría segunda de la Zona 2 o Media.

En su evaluación de seguimiento se identificó que no han controlado los sitios de vertido ilegal de los residuos sólidos identificados en su territorio, al contrario, han aumentado en cantidad, por lo que su capacidad o desempeño se ve afectada en su eficiencia, y se penaliza reduciendo un 10%.

Aplicando la penalización, de la valoración 46% restamos el 10%, quedando una valoración final de 36%, bajando al municipio a la Categoría tercera, no obstante, se mantiene en la misma Zona 2 o Media.

A continuación, se muestran imágenes resultados de la evaluación de campo del municipio.

En la Figura 25, puedes observar que el municipio de la Villa de San Antonio cuenta con un Crematorio Municipal Incontrolado, además se identificaron en áreas públicas del municipio la existencia de botaderos incontrolados de residuos sólidos, estos de alta magnitud (ver la figura 26).



Figura 21. Crematorio Municipal del Municipio de la Villa de San Antonio



Figura 22. Botaderos o vertederos de residuos sólidos incontrolados identificados en el Municipio de la Villa de San Antonio

Tabla 27. Evaluación de seguimiento del Municipio de San Jerónimo

Municipio	Evaluación 1			Evaluación de seguimiento		Resultados de la Evaluación de seguimiento		
	Valoración	Categoría	Zona	Observaciones	Penalización	Nueva Valoración	Categoría	Zona
San Jerónimo	57	Primera	2 Media	Cuenta con Crematorio municipal controlado.	No aplica, ya que están realizando acciones concretas para la reducción de los botaderos incontrolados	57%-0%= 57%	Primera	2 Media

Resolución:

El municipio de San Jerónimo cuenta con una valoración del 57% ubicando a este en la categoría primera de la Zona 2 o Media.

En su evaluación de seguimiento se identificó que han desarrollado acciones de control de los sitios de vertido ilegal de los residuos sólidos, esto muestra que han mantenido su calificación y mejorado en la gestión de los sitios de vertido ilegal de los residuos sólidos.

Para este caso no aplica la penalización, el municipio se sigue manteniendo en la Categoría primera de la zona 2 o Media.

A continuación, se muestran imágenes resultados de la evaluación de campo del municipio.

En la Figura 23, se observan acciones que ha realizado el municipio de la San Jerónimo, con el objetivo de realizar acciones de control de los sitios de vertido o botaderos incontrolados de los residuos sólidos, no obstante, se mantiene en la categoría, ya que el depósito de los residuos sólidos se realiza en un único sitio, identificado como Crematorio Municipal.



Figura 23. Crematorio Municipal del Municipio de San Jerónimo



Figura 24. Acciones de control de botaderos incontrolados en el municipio de San Jerónimo

6 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de las encuestas, el modelo diseñado para la GIRS y la generación de los indicadores y/o criterios de evaluación se concluye lo siguiente:

1. En base a la evaluación del Diagnóstico, de la situación actual de la gestión y manejo de los residuos sólidos se contemplaron los aspectos técnico-operativo, económico-financiero, institucional-legal y social-ambiental; con respecto a los *aspecto técnico-operativo*, se puede decir que, considero el análisis de cada una de las etapas que lo comprenden, iniciando con la generación y finalizando con la disposición final, para nuestra área de estudio esta se centra en cinco (5) etapas básicas como a) Generación, b) Almacenamiento, c) Barrido y limpieza, d) Recolección y Transporte hasta la e) Disposición Final; solamente el 9.1% equivalente a cuatro (4) municipios desarrollan al menos cinco (5) etapas, un 11.4% desarrollan cuatro (4), el 45.5% ejecutan tres (3), el 29.5% desarrolla únicamente dos, y finalmente el 4.5% no realizan ninguna etapa básica de la gestión de los residuos sólidos más que la Generación.
2. En el aspecto técnico-operativo se muestra la implementación de cada etapa de gestión de manera individual por municipios (tomando como referencia la muestra total), la Recolección y Transporte se brinda en un 91%, el 68% de los municipios realizan barrido y limpieza de calles y áreas públicas, finalmente la disposición final adecuada de los residuos sólidos solo un 14% de los municipios la ejecuta versus al 86% no cuenta con ningún tipo de infraestructura para la disposición final adecuada, por lo que hacen uso de sitios a cielo abierto para el depósito de los residuos sólidos sin ningún tratamiento.
3. En el *aspecto económico-financiero* uno de los puntos importantes es la sostenibilidad del servicio, no obstante, de manera general se identificó que un 52% los municipios subsidian el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos y el 48% logran recibir el pago por la tasa de prestación del

servicio a la población, por lo tanto, se muestra que un 52% se estima como una alta tasa de morosidad por los usuarios del servicio.

4. Los *aspectos institucional-legales* en cuanto a la institucionalidad en la responsabilidad y regulación de la GIRS, recae según la normativa en las municipalidades con asistencia técnica de las dependencias de la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), y con la normativa ésta es insuficiente desde la inexistencia de una Ley General de Residuos, no obstante se regula bajo Acuerdo ejecutivo No. 1567-2010 Reglamento del Manejo Integral de los Residuos Sólidos, sin embargo, la información generada en el país, en términos técnicos se encuentra disgregada.
5. En relación a los aspectos social-ambientales, existe poca incidencia social, que presenta un evidente desconocimiento e interés por parte de la población en la GIRSU, la alta tasa de contaminación ambiental y la falta de sitios de disposición final con los permisos ambientales correspondientes favorece en gran medida las malas prácticas, por ende, promover la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones estratégicas y acertada por parte de los gobiernos regionales, estatales y locales, además de la integración de las organizaciones y empresa, favorecerán una gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos.
6. La propuesta de Modelo GIRS, se enfoca en los factores económicos, legales, técnicos, ambientales y sociales y se basa en ocho (8) principios básicos Eficiencia, Eficacia, Innovación, Sostenibilidad, Solidaridad, Inclusivo, Participación ciudadana y Gobernanza; valorando la capacidad organizacional y la voluntad política de los gobiernos locales que nos permitirá definir la mejor opción de funcionamiento o la que mejor se adapta según su desempeño financiero municipal, siendo estas las asociaciones público-privadas, públicas con descentralización administrativa o definitivamente privada bajo procesos de tercerización o concesionamiento de servicios, este modelo será llamado **“Modelo GIRS SIENTE”**.
7. El nombre del **“Modelo GIRS SIENTE”**, se deriva de una combinación de letras iniciales de las palabras Social-Institucional-Económico-Normativo-Técnico Ambiental (Enviromental), estableciendo una interrelación entre sí, y busca

lograr un grado de sensibilización, emoción y acción en los actores clave del manejo adecuado de la GIRS desde cada nivel de participación gubernamental, privado y comunitario, donde su prioridad es brindar un servicio eficiente al usuario, contemplando un sistema personalizado e innovador, con un alto nivel de calidad en el diseño para satisfacer las necesidades de cada municipio en particular, y de esta manera reducir la huella ambiental que genera en el término municipal.

8. El “**Modelo GIRS SIENTE**”, legal y operativamente depende de un esquema constituido por miembros delegados por las Corporaciones Municipales con Asesoría Legal y participación de la sociedad civil (con vos, pero no con voto), seguidamente esta funcionará bajo tres (3) direcciones operativas (Administrativa, Técnica y Socio Ambiental), con la responsabilidad de ejecutar las acciones concernientes a la gestión de los residuos en cada una de las etapas, la Dirección Técnica, se divide en tres (3) en zonas operativas principalmente para la recolección y transporte, estas zonas son categorizadas en Zona 1: Alta Capacidad en la GIRS, Zona 2: Media capacidad en la GIRS, Zona 3: Baja capacidad en la GIRS.
9. Honduras, no cuenta con indicadores para medir el nivel de desempeño de los sistemas de gestión de residuos sólidos de los municipios, por ende, se considera que la aplicación de instrumentos de investigación de manera periódica, contribuye a la recuperación de información y llenar los vacíos existentes, generando bases de datos que permitan mejorar la gestión, diseñar y/o adaptar indicadores que permitan evaluar los diferentes aspectos de la GIRS en el país en términos técnicos, económicos, sociales y ambientales, sin dejar de lado el aspecto normativo, fundamental para su cumplimiento.
10. Para evaluar el “**Modelo GIRS SIENTE**”, se han definido veinticinco (25) criterios y/o indicadores, que permiten valorar el desempeño de los municipios en la gestión de los residuos sólidos, la aplicación de estos criterios y/o indicadores toman como base la evaluación inicial para ingresar a la asociación, midiendo de carácter anual su avance, bajo una análisis de desempeño identificando mejoras o retraso en la gestión de los residuos sólidos esto busca

definir los pasos a seguir de acuerdo a los resultados obtenidos y en cuanto a su aplicabilidad, este se puede adaptar a los países que cuenten con las mismas o condiciones similares al caso de estudio de Honduras. Para efectos de la evaluación de seguimiento se añade una minoración o penalización del 10% a la puntuación obtenida en el modelo para los casos identificados con presencia de botaderos incontrolados en el municipio en estudio.

11. Finalmente es necesario recalcar, que en todos los Municipios de Honduras existe falta de información en la temática, poco interés en la misma, y apatía en la facilitación de la información existente, esto reduce la posibilidad de generar datos estadísticos y realizar un análisis más amplio y detallado de la gestión de los residuos sólidos municipales en Honduras.

7 Líneas futuras de investigación

Las líneas futuras de investigación se centran básicamente en:

1. Formular una propuesta técnica-económica para la implementación del Modelo Municipal Mancomunado de gestión de residuos sólidos llamado **“Modelo GIRS SIENTE”**.
2. La implementación del **“Modelo GIRS SIENTE”**, bajo la asociación de municipios en la Gestión de residuos sólidos tomando en consideración las diferentes modalidades sean estas asociaciones público-privadas, públicas con descentralización administrativa o definitivamente privada, a su vez establecer principios básicos como la Eficiencia, Eficacia, Innovación, Sostenibilidad, Solidaridad, Inclusividad, Participación ciudadana y Gobernanza.
3. Elaborar un Estudio económico financiero para la evaluación del Sistema de gestión de Residuos sólidos desde un enfoque de solidaridad y sostenibilidad, promoviendo un modelo de economía de escala.
4. Generar un software que facilite la aplicación y la evaluación del **“Modelo GIRS SIENTE”** haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica.

8 Bibliografía

1. Abis, M., Bruno, M., et al. (2020). Assessment of the synergy between recycling and thermal treatments in municipal solid waste management in europe. *Energies*, 6412. doi: <https://doi.org/10.3390/en13236412>
2. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (2012). *Estudio y Recopilación de Datos sobre el Sector de Manejo de Residuos Sólidos en América Central y Caribe* . JICA.
3. AIDIS-OPS/OMS-BID. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en America Latina y el Caribe*. AIDIS-OPS/OMS-BID.
4. Andrés, P. y Rodríguez, R. (2008). La gestión Integral de los Residuos en Centroamerica. El caso de Nicaragua. En *Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica*. Girona, España.
5. Arıkan, E., et al. (2017). Selección de metodología de eliminación de residuos sólidos utilizando métodos de toma de decisiones de criterios múltiples y una aplicación en Turquía. *Journal of Cleaner Production*, 403-412. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.054>
6. Banco Mundial. (2018). *Manejo de residuos sólidos. QUE DESPERDICIO 2.0*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/12/21/year-in-review-2018-in-14-charts>
7. Bartra, J. et al. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, 4(2), 993. doi:[doi:doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135)
8. Betanzo-Quezada, E.; et al. (2016). Evaluation of urban solid waste collection routes with the support of satellite tracking devices: Analysis and implications. *Rev. Int. Contam. Ambien.*, 323-337. doi: <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.03.07>.

9. BID. (2011). *Asociaciones público-privadas para la prestación de servicios-Una visión hacia el Futuro*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webimages.iadb.org/publications/spanish/document/Asociaciones-p%C3%BAblico-privadas-para-la-prestaci%C3%B3n-de-servicios-Una-visi%C3%B3n-hacia-el-futuro.pdf
10. BID. (2013). *Lineamientos estratégicos del Banco Interamericano de Desarrollo para el sector de residuos sólidos*. Banco Inter-Americano de Desarrollo.
11. BID. (2023). *Evaluación Regional de Flujo de Materiales-Residuos sólidos municipales EVAL-2023*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/evaluacion-regional-de-flujo-de-materiales-residuos-solidos-municipales-eval-2023>
12. BID. (2023). *Sostenibilidad financiera de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.18235/0004797>
13. BID. (2024). Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través de la Academia BID. *Sostenibilidad financiera para la gestión de Residuos Sólidos Municipales*. Honduras: BID. Obtenido de <https://indesvirtual.iadb.org/course/view.php?id=3180§ion=0>
14. BID, OPS, AIDIS. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC*.
15. Bonametti T., et al. (2016). Construyendo indicadores de sostenibilidad en la dimensión de salud para la gestión de residuos sólidos. *Revoista Latino Americana de Enfermagen*. doi:10.1590/1518-8345.0635.2732
16. Buenrostro, O., et al. (1999). Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados Municipales de Morela, México. *Int. Contam. Ambient.*, 27-32.
17. Bustamante, Y. (2014). Gestión de residuos sólidos biodegradables para el logro de la ecoeficiencia en la Universidad. *Rev. de Investigación de la Fac.*

de *Ciencias Administrativas*. Obtenido de
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/administrativas/article/view/11696/10486>

18. C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira & M. Kohout. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
19. C., E. Guerrero G. & C. Erbiti. (2004). Indicadores de Sustentabilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. *Revista de Geografía Norte Grande*.
20. Calabró, SP. & Satira, A. (2020). Avances recientes hacia un sistema de recolección de residuos sólidos municipales resilientes y sostenibles. *Opinión Actual en Química Verde y Sostenible*.
doi:10.1016/j.cogsc.2020.100375
21. Calva-Alejo, CL, & Rojas-Caldelas, RI. (2014). Assessment of Municipal solid waste Management in the Municipality of Mexicali, Mexico: Challenges for Achieving Sustainable Planning. *Información tecnológica*, 59-72.
doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642014000300009>
22. Cárdenas-Ferrer, M., et al. (2019). Propuesta Metodológica Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnología Química*. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/journal/4455/445559634015/html/#B14>
23. Ceballos Pérez, S. & Flores-Zolocotzi R. (2023). Generación de residuos sólidos urbanos municipales y su relación con un indicador de ingreso municipal en México (años 2010 y 2015). *Revista de Ciencias Ambientales*.
doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rca.57-1.7>
24. CEPAL-BMZ. (2017). *La gestión y manejo de los residuos y sus propuestas regulatorias e impositivas*. Santiago, Chile: Naciones Unidas. Obtenido de

<https://cepal.org/es/publicaciones/45252-la-gestion-manejo-residuos-solidos-sus-propuestas-regulatorias-impositivas>

25. CEPAL-Naciones Unidas. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Manual de la CEPAL No. 2, Santiago, Chile.
26. Cerna-Cueva, A., et al. (2022). Predicción de la generación de residuos sólidos domiciliarios con machine learning en una zona rural de Puno. *Tecnia*. doi:<http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v32i1.1378>
27. Cf, O.D.D.S. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *United Nations*. Obtenido de <http://www.cma-lifelonglearning.org/lll/wp-content/uploads/2015/001%20Transforming%20our%20world%20Agenda%20Sustainable%20Development%202030%20EngFreSpa%20AEL%20151004.doc>
28. Cho, B. H., et al. (2020). Municipal solid waste incineration (MSWI) ashes as construction materials—A review. *Materials*, 3,143. doi:<https://doi.org/10.3390/ma13143143>
29. CNP+LIMPIA. (2016). *Diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras*.
30. Cointreau-Levine, S. (2001). “Declaration of Principles for Sustainable and Integrated Solid Waste Management (SISWM)”. *Banco Mundial*. Obtenido de <http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/siswm.pdf>
31. Colindrés, V. (2012). *Plan director del Manejo de los Residuos Sólidos Municipales*. Comayagua: Municipalidad de Comayagua.
32. Comisión Europea. (2011). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones Iniciativa de Oportunidades para la Juventud*. Bruselas, Bélgica: Comisión Europea.

33. Cornejo-Clavo, R. (2018). *Recolección y transporte de residuos sólidos urbanos y su relación con el pago del servicio en la ciudad de Puno*. Puno: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8815>
34. Cosme Da Costa Pimenta, C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista de Economía y Política*, 1-18. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5711/571169753001/html/>
35. Costa & Ferreira. (2020). Evolución de la gestión de residuos sólidos urbanos en Brasil: Un retrato de la Región Nordeste. *Energy Reports*, 878-884. doi:doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.033
36. Cruz-Sotelo, S., & Ojeda-Benítez, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37029665017>
37. De León Gonzalez, R. . (2015). *Modelo de Responsabilidad Social Compartida (Seguda Ed)*. México D.F.: IPADE PUBLISHING.
38. Diputación de Toledo, España. (2022). *Consortio de servicios públicos Medioambientales de la provincia de Toledo*. Obtenido de Marco de referencia de las AAPP para la gestión de los residuos: <https://www.cosmatoledo.es/consorcio/pagina-modelo-gestion-residuos#:~:text=La%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20Residuos,%2C%20transporte%2C%20valorizaci%C3%B3n%20y%20eliminaci%C3%B3n.>
39. Durand M. (2011). La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿cómo obtener beneficios de las dificultades actuales? *Espacio y Desarrollo*, 115-130. Obtenido de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/download/3502/3374/>

40. EPA. (2023). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos* .
Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/desechos-y-reciclaje>
41. Esquier Verdugo, R. A. (2009). *Reciclaje y Tratamiento de los residuos sólidos urbanos*. Mexico, D.F. Obtenido de
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3484/RECICLAJEYTRATAMIENTO.pdf>
42. EUR-Lex. (2022). *Legislación de la Unión Europea sobre gestión de residuos*. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>
43. European Environment Agency. (2022). *Reaching 2030's Residual Municipal Waste Target: Why Recycling Is Not Enough*. Kongens Nytorv, Denmark,: European Environment Agency.
44. FAO-LEX. (2024). *Base de datos FAOLEX*. Obtenido de
<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC156836/#:~:text=Ley%20N%C2%BA%2020.920%20%2D%20Establece%20marco,productor%20y%20fomento%20al%20reciclaje>.
45. Filho, D., et al. (2022). Oportunidades y Retos en la Gasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSU) en Brasil. *Energía*, 15(8), 27-35.
doi:<https://doi.org/10.3390/en15082735>
46. G. Acurio et al. (1997). *Diagnóstico de la situación del de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Publicación de Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana.
47. Galavote, T. et al. (2023). Evaluación del efecto del fortalecimiento de la recogida selectiva en los costes de gestión de residuos sólidos municipales. *Urbe*, 15. doi:10.1590/2175-3369.015.e20220108
48. Gándara, M. & Guerrero, E. (2013). Indicadores ambientales para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en Rosario, Argentina. *Revista de*

desarrollo local sostenible, 6(16). Obtenido de
<https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/288>

49. Ghiani, G., et al. (2012). apacitated location of collection sites in an urban waste management system. *Waste management*, 1291-1296.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.02.009>
50. Giraldo-Almario, I., et al. (2024). Adaptación de Wasteaware al contexto de un país latinoamericano: evaluación de la gestión de residuos sólidos municipales en Cali, Colombia. *Revista de ciclos de materiales y gestión de residuos*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10163-023-01868-5>
51. Gobierno de España. (2024). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/modelo_gestion.html#:~:text=Un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20se,aplicaci%C3%B3n%20del%20principio%20de%20jerarqu%C3%ADa.
52. GTZ & COMIA. (2003). *La basura en el limbo: Desempeño de los Gobierno Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos*. Obtenido de <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0126.pdf>
53. Guerrero, E. & Erbiti, C. (2004). Indicadores de sustentabilidad para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. *Revista de Geografía Norte Grande*. Obtenido de
<https://rchd.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/43643/35361>
54. Guevara Patiño, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345945922011>
55. Gupta, N., et al. (2015). Kumar, V. Una revisión del estado actual de la gestión de residuos sólidos municipales en la India. *J. Medio Ambiente*, 37, 206-217. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.01.034>

56. Hernández-Berriel, M. del C., et al. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 11-22.
doi:10.20937/RICA.2016.32.05.02
57. Hernández-Berriel, M. et al. (2016). GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 32 (Especial Residuos Sólidos).
doi:10.20937/RICA.2016.32.05.02
58. Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, P. (2018). Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. (S. d. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfmkaj/http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampierilasRutas.pdf
59. Hettiarachchi, H., et al. (2018). La recompra de residuos orgánicos como método viable para mejorar la gestión sostenible de residuos sólidos municipales en los países en desarrollo. *Revista Internacional de Investigación Ambiental*, 15(11). doi:doi.org/10.3390/ijerph15112483
60. Hossain, M. S. (2022). Impacto de la temperatura, el patrón de flujo del inóculo, el tipo de inóculo y su proporción en la digestión anaeróbica seca para la producción de biogás. *Reportes Científicos*.
doi:doi.org/10.1038/s41598-022-10025-1
61. Huamaní Montesinos, C., et al. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 106-115.
doi:dx.doi.org/10.18271/ria.2020.541
62. INE. (2023). El Instituto Nacional de Estadística (INE) socializa logros significativos en la reducción de la pobreza en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Obtenido de <https://ine.gob.hn/v4/2023/12/05/el-instituto->

nacional-de-estadistica-ine-socializa-logros-significativos-en-la-reduccion-de-la-pobreza-en-honduras/

63. INE. (2023). *Proyecciones de población total Honduras 2013-2030*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística : <https://ine.gob.hn/v4/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
64. INE, et al. (2019). *Clasificador Nacional de Actividades Económicas - 2018*. Tegucigalpa. Obtenido de chrome-exthttps://ine.gob.hn/v4/wp-content/uploads/2023/04/Clasificador-de-Actividades-Economicas-Honduras-2018_PDF-1.pdf
65. Iqbal, A., et al. (2020). Residuos sólidos municipales: revisión de las mejores prácticas en la aplicación de técnicas de evaluación del ciclo de vida y gestión sostenible. *Science of the Total Environment*, 729. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138622>
66. Iyamu H.O., et al. (2020). A review of municipal solid waste management in the BRIC and high-income countries: A thematic framework for low-income countries. *Habitat International*.
67. JICA. (2012). *Estudio y Recopilación de Datos sobre el Sector de Manejo de Residuos Sólidos en América Central y Caribe*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12091906.pdf>
68. Jiménez, N. (2017). El residuo: producto urbano, asunto de intervención pública y objeto de la gestión integral. *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/341945643_El_residuo_producto_urbano_asunto_de_intervencion_publica_y_objeto_de_la_gestion_integral
69. Junta de Andalucía. (2024). *Consecuencias de la generación de residuos- Residuos y reciclaje. Recapacicla*. Obtenido de <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/sensibilizacion-formacion/sensibilizacion-educacion-para-la->

sostenibilidad/recapacicia/residuos-reciclaje/consecuencias-generacion-residuos

70. Karak, Tanmoy, R. M., et al. (2012). Generación, composición y manejo de residuos sólidos municipales: El Escenario Mundial. *Reseñas críticas en ciencia y tecnología ambientales*, 42(15), 1509-1630. doi:<https://doi.org/10.1080/10643389.2011.569871>
71. Kaur, P., et al. (2021). Avances recientes en la utilización de residuos sólidos municipales para la producción de bioproductos: un análisis bibliométrico. . *Estudios de casos en ingeniería química y ambiental*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100164>
72. Kumar Drall, J. et al. (2024). Efecto de la contaminación por metales pesados debido a la migración de lixiviados desde vertederos incontrolados: un análisis exhaustivo sobre el suelo y las aguas subterráneas. *Revista de Gestión Ambiental*. doi:doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123473
73. Lee, S., et al. (2020). Aplicabilidad de la gasificación del combustible sólido derivado de residuos municipales coreanos: un estudio comparativo. *Sostenibilidad*, 8(11), 1375. doi:<https://doi.org/10.3390/pr8111375>
74. Lett, LA. (2014). Amenazas globales, reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de microbiología*, 1-2. doi:[doi:10.1016/S0325-7541\(14\)70039-2](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70039-2)
75. López González, W.O. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. (U. d. Andes, Ed.) *Educere*, 139-144. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630150004>
76. Lopez-Yamunaque, A., & Iannaconeet, J. (2021). Integral management of urban solid waste in Latin America. *Paid. XXI Sci. J.*, 453-474. doi:10.31381/paideia.v11i2.4087

77. Lund, H. y Muenster, M. (2010). Comparing Waste-to-Energy technologies by applying energy system analysis. *Waste Management*, 1251-1263. doi:doi.org/10.1016/j.wasman.2009.07.001
78. M. del C. Hernández-Berriel et al. (2016). Generación y Composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 12.
79. MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 23-44. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.werktrends.nl/ap/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf
80. Malinauskaite, J., et al. (2017). Gestión de residuos sólidos municipales y conversión de residuos en energía en el contexto de una economía circular y reciclaje energético en Europa. *Energía*, 2013-2044. Obtenido de <https://lc.cx/IHf9AJ>.
81. Maria, A., Acero, J.L., Ana I. Aguilera, A. et al. (2018). *Estudio de la urbanización en Centroamérica-Oportunidades de una Centroamérica urbana*. Banco Mundial. doi:doi:10.1596/978-14648-1220-0.
82. Mayes Ramírez MM., et al. (Febrero de 2023). Residuos Urbanos: Visualizando la Literatura Académica a través del Análisis Bibliométrico y la Revisión Sistemática. *Sustainability*, 15, 1846. doi:https://doi.org/10.3390/su15031846
83. McDougall, F., et al. (2001). Gestión integrada de residuos sólidos: un inventario del ciclo de vida. *Revista Intercasiopnal de Evaluación del Ciclo de Vida*. doi:https://doi.org/10.1007/BF02978794
84. Medina, R. (2021). *Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) : Metodología para el análisis técnico-económico con valoración de las externalidades y casos de estudio*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya Barcelona TECH. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/672869>

85. Medina-Mijangos, R., & Seguí-Amórtegui, L. (2020). Tendencias de investigación en el análisis económico de los sistemas de gestión de residuos sólidos municipales: un análisis bibliométrico de 1980 a 2019. *Sostenibilidad*, 8509. doi:<https://doi.org/10.3390/su12208509>
86. Melo Delgado, C., et al. (2022). De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 52-82. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516
87. Melo-Henriquez, A. (2014). Generación de residuos sólidos en el Municipio de Galapa (Atlántico) y su aprovechamiento como forma de minimizar la problemática Ambiental. *INGE CUC*, 89-96. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/348/324>
88. MIAMBIENTE. (2014). *Informe del Estado del Ambiente-GEO Honduras*. Tegucigalpa. Obtenido de http://www.miambiente.gob.hn/media/adjuntos/pdf/sinia/2017-09-06/19%3A14%3A10.891643%2B00%3A00/geo_2014.pdf
89. Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de Japón. (2006). *Reforma de la política de barrido. Hacia una "sociedad sólida del ciclo de materiales" que comienza en Japón y se extiende Global*.
90. Ministerio de Salud, Costa Rica. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos sólidos 2010-2021*. San José, Costa Rica.
91. Ministerio de Salud. Costa Rica. (2016). *Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos*. San José, Costa Rica.
92. Mishra, R. K. y Mohanty, K. (2020). Coprólisis de residuos de biomasa y plásticos (poliestireno y guantes de nitrilo) en combustibles renovables y productos químicos de valor añadido. Carbón. *Conversión de recursos*, 145-155. Obtenido de <https://lc.cx/HOCHjJ>.

93. Montiel-Bohoruquez, N. &. (2019). Generación de Energía a partir de Residuos Sólidos Municipales. Estrategias Termodinámicas para Optimizar el Rendimiento de las Centrales Térmicas. *Technol. Inf. Cent*, 273-283. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000100273>
94. Montoya Rendó, A. (2014). Caracterización de Residuos Sólidos. *Tecnologico de Antioquia*, 67-72. Obtenido de <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/34/31>
95. Muhammad, Bacha, M. & Shah, SA. (2020). Disposición de los agricultores urbanos a pagar por fertilizantes orgánicos en el distrito de Mardan, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán. *Revista Sarhad de Agricultura*, 36(2), 419-436. doi:dx.doi.org/10.17582/Journal.sja/2020/36.2.419.426.
96. Muñoz- Menendez, María B. et al. (2021). Evaluación técnica, económica y ambiental de una propuesta para la gestión de los residuos sólidos urbanos en Manta, Ecuador. *RTQ*, 595-618. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852021000300595&lng=es&nrm=iso
97. Naciones Unidas. (2022). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
98. Naughton, C. (2020). Will the COVID-19 pandemic change waste generation and composition?: The need for more real-time waste management data and systems thinking”. *Resour. Conserv. Recycl.*, doi:[10.1016/j.resconrec.2020.105050](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105050).
99. Negrete-Cardoso, M., et al. (2022). Circular economy strategy and waste management: a bibliometric analysis in its contribution to sustainable development, toward a post-COVID-19 era. *Environmental Science and Pollution Research*, 61729-61746. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-18703-3>
100. Niezwida, S. et al. (2023). Revisión de la literatura sobre residuos sólidos urbanos. *Revista Científica y Tecnológica InGenio revista de la*

Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 6(2). doi:

<https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.678>

101. Ocaña Valencia, V. A., & Vite Cevallos, H. (2021). Oportunidades socioeconómicas de la gestión y caracterización de residuos sólidos en centros de abasto municipales. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 143-149. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/359/380>
102. OCDE. (2018). *Asociaciones público-privadas en la UE: Deficiencias generalizadas y beneficios limitados*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_09/SR_PPP_ES.pdf
103. Ochoa, O. (2009). Recolección y disposición final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolívar. Ciudad Bolívar, Venezuela. Obtenido de <http://www.cianz.org.ve>
104. OECD. (2015). Environment at a Glance. *Organisation for Economic Co-operation and Development*. doi:doi: 10.1787/9789264235199
105. Ojeda, S., S. Cruz, et al. (2013). Generación de residuos sólidos en una institución educativa de nivel técnico en México. *Hacia un sistema de gestión integral de los residuos sólidos*. Mexicalí, México: REDISA.
106. Olivo, V., et al. (2022). Revisión de directrices para la gestión sostenible de residuos municipales: mejores prácticas en Brasil. *Actas de la Institución de Ingenieros Civiles: Gestión de residuos y recursos*, 175(2), 33-40. doi:10.1680/jwarm.21.00017
107. ONU-HABITAT. (2022). Waste Wise Cities. *Guía paso a paso para evaluar el desempeño de la gestión de residuos sólidos urbanos de una ciudad a través del Indicador ODS 11.6.1*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://unhabitat.org/sites/default/files/2022-03/Waste%20wise%20cities%20tool%20-%20ES.pdf>

108. OPS. (2010). *Análisis sectorial de los residuos sólidos Honduras*.
Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52564>
109. OPS/OMS Honduras. (2014). *Guía Nacional para la Formulación de Planes Directores Municipales para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*.
Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0By-FcGYHt5avWVh6NUNyWW9tWUU/view?resourcekey=0-Wn74FeV9QG6G-yxOVpBBDQ>
110. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) Perú. (Febrero de 2014). *Ciclo de manejo de residuos sólidos municipales*.
Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471
111. Orostegui-Melendrez, K. (2009). Comportamiento de la Generación de Residuos Sólidos Domésticos en el Distrito de Chacabuco. *Revista de Investigación Univeritaria*. doi:doi.org/10.17162/riu.v1i1.11
112. Oviedo-Ocaña, E.R., et al. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 18(1), 31-42. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432017000100031&script=sci_abstract
113. Padilla, A. & Elvir, C. (2012). *Informe sobre la Situación actual de los Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Honduras*. Tegucigalpa.
Obtenido de <https://acchonduras.wordpress.com/2014/12/18/informe-del-estado-del-ambiente-geo-honduras-2014/>
114. Pellón Arrechea, A., López Torres, M., et al. (2015). Proposal for leachates treatment in a municipal solid waste landfill. *ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 3-16. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000200001&lng=es&tlng=en.

115. Petit-Boix, A., & Leipold, S. (2018). Circular economy in cities: Reviewing how environmental research aligns with local practices. *Journal of Cleaner Production*, 1270-1281. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.281>
116. Pinzon-Casas, R. D. (2016). *Producción, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, análisis del sistema de gestión en el municipio de Puerto Asís Putumayo*. Manizales: Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias contables, Economía y Administración, Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2829>
117. PNUMA. (2018). Perspectiva de la gestión de los residuos en América Latina y El Caribe. Obtenido de <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
118. PNUMA. (2021). *Hoja de Ruta para el cierre progresivo de las basurales en América Latina y el Caribe*. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34919/Roadmap_ES.pdf?sequence=8&isAllowed=y
119. Polaz, C.N., & Teixeira, B.A. (2009). Indicadores de Sustentabilidad para la gestión municipal de residuos sólidos urbanos: Un caso de estudio para Sao Carlos. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 14(3), 411-420. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522009000300015>
120. Radwan, N. et al. (2021). Optimización de la recolección de residuos sólidos mediante el enfoque RSM, y estrategias para lograr los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Jeddah, Arabia Saudita. *Reportes científicos*. Obtenido de <https://lc.cx/U8wI5P>
121. REDGIRS. (2017). *Instrumentos de política para la gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de

https://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_instrumentos_politica_para_GIRS.pdf

122. Requena, N., Carbonel, D., Romero, R. (2022). Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios en Honduras durante la Pandemia COVID-19. *Ingeniería*. doi:doi.org/10.14483/23448393.17989
123. *Resumen de derecho ambiental en los Estados Unidos*. (2023).
Obtenido de
<https://moose.cec.org/moose/lawdatabase/us12.cfm?varlan=espanol>
124. Riveros Celis, R. (2015). Modelo de Gestión integral para el manejo de la basura urban. Área Metropolitana de Santiago . *Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. Obtenido de
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130185/modelo-de-gestion-integral-para-el-manejo-de-la%20basura-urbana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
125. Rodríguez-Escobar, L. (2002). Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de América Latina. *Innovar*, 111-120. Obtenido de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-50512002000200008&script=sci_abstract&tlng=pt
126. Rodríguez-Guerra, A. & Baca-Cajas, K. (2021). Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 4, 49-61. doi:10.26807/remcb.v43i1.919
127. Romero Roa, J. (2012). Manejo integral de residuos sólidos en la Escuela Nacional de Carabineros. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 69-88. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517751762007>
128. S. A. Sarkodie, & P. A. Owusu. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environ. Dev. Sustain*, 7951-7960. doi:doi.org/10.1007/s10668-020-00956-y

129. Sáez, A., & Urdaneta G., J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 121-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
130. Salazar-Chero, J. (2019). Implementación de un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional para reducir los riesgos laborales en el botadero municipal de residuos sólidos de la ciudad de Huamachuco. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32769/Salazar_chj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
131. Salguero-Puerta, L. et al. (2019). Indicadores de sostenibilidad de la gestión de residuos para la implementación del modelo de economía circular en el campus de la Universidad de Lomé (Togo). *Environmental Research and Public Health*.
132. Sampieri, R. H. (2014). *Metodologías de la Investigación Sexta Edición*. Mexico, DF: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
133. Sánchez-Muñoz, M., P., Cruz-Cerón, J., G. & Maldonado-Espinel, P., C. (2021). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321-336.
doi:doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6
134. Saravia, Y. (2023). *Centro de Investigación de Polímeros Avanzados CIPA*. Obtenido de <https://cipachile.cl/que-es-un-sistema-de-gestion-de-residuos/>
135. Scheinberg, A., et al. (2010). Comparación de la gestión de residuos sólidos en las ciudades del mundo, documento principal. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/48199927_Solid_Waste_Management_in_the_World's_Cities_UN-HABITAT

136. SEFIN. (2023). *Informe de los Gobiernos Locales de Honduras I Trimestre*. Secretaria de Finanzas , Tegucigalpa . Obtenido de <http://www.sefin.gob.hn>
137. Segura, A. M. et al. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17), 22. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
138. SERNA. (2010). Reglamento para el Manejo Integral de los residuos sólidos. Tegucigalpa, Honduras.
139. SERNA. (2014). *Manual de Construcción y Operación de los Rellenos Sanitarios en Honduras*. Cooperación Triangular en Chile. Obtenido de <http://www.serna.gog.hn/>
140. SGJD. (2020). *Categorización Municipal*. Secretaria de Gobernación, Justicia y Descentralización, Tegucigalpa.
141. Shuangke F., et al. (2024). Investigación de la ubicación preferencial del flujo y las fugas en los vertederos: una prueba de trazador de campo y un análisis numérico. *Waste Management*.
doi:doi.org/10.1016/j.wasman.2024.10.021
142. Structuralia. (Septiembre de 2020). *Sistemas de tratamiento de residuos sólidos urbanos más utilizados*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/tratamiento-de-residuos>
143. Suarez, N. (Agosto de 2023). Tecnología Sostenible: Inteligencia artificial aplicada a la gestión de los residuos. *Revista Técnica de Medio Ambiente (RETEMA)*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1Yb0rjCPY_-YyfpbRi4IvcSUSmkiQxqE8/view
144. Tagle Zamora, D., & Carrillo Gonzáles, G. (2022). Solid Waste Management in León, Guanajuato: Sings of Circular Economy and the Sustainable Development Goals. *Región y Sociedad*.
doi:<https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1583>

145. Talbott, T. et al. (2022). *La Responsabilidad extendida del productor (REP) y las personas recicladoras*. Manchester, Reino Unido: Nota estadística de WIEGO. Obtenido de www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/technical-brief-no-15-SP_0.pdf
146. Tisoco, M. & Pinheiro, I. (2023). Indicadores de Sostenibilidad de la Gestión de Residuos Sólidos Municipales para Municipios Brasileños: Desarrollo y Validación de la Herramienta. *Revista Brasileira de Geografia Fisica*, 16(1), 63-80. doi:10.26848/rbgf.v16.1.p063-080
147. Tisserant, A., et al. (2017). Residuos sólidos y economía circular: un análisis global del tratamiento de residuos y huellas de residuos. *Diario de Ecología Industrial*, 628-640. doi: <https://doi.org/10.1111/jiec.12562>
148. Trinh, L. et al. (2021). Situación, desafíos y soluciones de la implementación de políticas sobre la gestión de residuos municipales en Vietnam hacia la sostenibilidad. *Sostenibilidad*, 13(6). doi:doi.org/10.3390/su13063517
149. Turcott Cervantes, D. et al. (2018). Uso de indicadores como herramienta para evaluar la gestión de residuos sólidos municipales: una revisión crítica. *Waste Management/ ELSEVIER*, 51-53. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.08.046>
150. Tyagi, V. K., et al. (2021). Mechanical-biological treatment of municipal solid waste: Case study of 100 TPD Goa plant, India. *Journal of Environmental Management*, 112741. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112741>
151. UNEP. (2005). *Training Module – Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Landfilling*. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8444/SPC_Training_Module_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y

152. Urbina-Reynaldo, M. & Zúñiga-Igarza, L. (2016). Modelo conceptual para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. *Revista Ciencias Holguín*, 22(23), 1-12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181546432004.pdf>
153. Urzúa, M. (2015). *Gestión de los servicios urbanos en Centroamérica. Quinto Informe Estado de la Región*. Obtenido de <https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/818/719.%20Gesti%20de%20los%20servicios%20urbanos%20en%20Centroam%20rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
154. Usmani, Z., et al. (2020). Residuos sólidos municipales al sistema de energía limpia: un aporte hacia el desarrollo sostenible. *Desarrollos actuales en biotecnología y Bioingeniería: Recuperación de Recursos Residuos*. *Elsevier*, 217-231. doi:doi.org/10.1016/B978-0-444-64321-6.00011-2
155. Vasconcelos, R. & Fagundes, Á. (2019). Uso de indicadores de sostenibilidad para la evaluación de residuos sólidos urbanos gestión en la Región Metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil. *Eng Sanit Ambient*, 24(2), 411-423. doi:10.1590/S1413-41522019177499
156. Villafañe, F.A., & Manrique, S.M. (2018). Aplicación de los indicadores de referencia "Wasteaware" para el diagnóstico del rendimiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos en el Consorcio Cachi-Payogasta (Salta). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Obtenido de <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/1231/1186>
157. Widman Aguayo, F. et al. (2005). El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. *Ingeniería*, 9(3), 31-38.

158. Wilson, D., et al. (2015). Indicadores de referencia 'Wasteaware' para la gestión integrada y sostenible de residuos en las ciudades. *Gestión de residuos*, 35, 329-342. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.006>
159. World Bank Group. (2018). *A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington DC 20433: What a Waste 2050. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0
160. Zambezi, F. M., et al. (2021). Efectividad de la participación comunitaria como monitores anti-basura en la gestión de residuos sólidos en áreas metropolitanas de un país en desarrollo. *Medio Ambiente, Desarrollo y Sostenibilidad*, 23(1), 747-764. doi:doi.org/10.1007/s10668-020-00606-3
161. Zeller et al. (2019). Flujos de residuos Urbanos y su potencial para un modelo de economía circular a nivel de ciudad-región. *Gestión de residuos*, 83-94. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.034>